

W. REISS UND A. STÜBEL: REISEN IN SÜD-AMERIKA.

GEOLOGISCHE STUDIEN

IN DER

REPUBLIK COLOMBIA.

II

PETROGRAPHIE.

2. DIE ÄLTEREN MASSENGESTEINE, KRYSTALLINEN SCHIEFER UND SEDIMENTE

BEARBEITET VON

DR. WALTHER BERGT,

PRIVATDOZENT AN DER TECHN. HOCHSCHULE ZU DRESDEN.

ABSCHNITT I—VII ALS HABILITATIONSSCHRIFT ZUR ERLANGUNG DER VENIA LEGENDI AN DER K. S. TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZU DRESDEN EINGEREICHT.

MIT 1 KARTE, 8 LICHTDRUCKTAFELN UND ABBILDUNGEN IM TEXT.

BERLIN

VERLAG VON A. ASHER & CO.

1899.

Der erste Theil dieses Werkes war der Beschreibung der Eruptivgesteine gewidmet, welche die Vulkanberge von Colombia zusammensetzen. Diese letzteren in ihrem tektonischen Bau und in ihrer äusseren Gestaltung zu studiren, sowie ihre geographische Lage genauer zu bestimmen, als dies bisher geschehen, war, wie wir bereits in früheren Arbeiten ausgesprochen haben, der eigentliche Zweck der Reise, die Herrn WILHELM REISS und mich vor 31 Jahren nach Südamerika führte.

Je mehr wir aber damals darauf bedacht waren, unsere Zeit auf die Untersuchung der vulkanischen Gebiete zu verwenden, um so flüchtiger mussten wir über solche hinweggehen, deren Boden anderen Formationen angehört. Die krystallinischen Massengesteine, sowie die Glieder älterer und jüngerer Sedimentformationen konnten daher einer eingehenden Beachtung nur dann gewürdigt werden, wenn sie sich als die Unterbaue der Vulkanberge aufgeschlossen zeigten, was nur ausnahmsweise der Fall war.

Von vornherein mussten wir in den weiten Distrikten, die wir oftmals zu durchschreiten hatten, um aus dem Gebiete des einen Vulkanbergs in das des anderen zu gelangen, darauf verzichten, den Grenzen nicht-vulkanischer Gesteinsarten nachzugehen und ihre Lagerungsverhältnisse zu ermitteln.

Demnach hatten wir uns darauf zu beschränken, Handstücke von denjenigen Gesteinen zu sammeln, die wir an unserem Wege anstehend fanden, oder auch Proben von losen Blöcken mitzunehmen, sofern gewisse Vorkommnisse durch ihre weite Verbreitung oder durch das Ungewöhnliche ihrer Struktur und mineralischen Zusammensetzung unsere Aufmerksamkeit auf sich zogen.

Wie wenig der reisende Geolog in einem Lande zu leisten vermag, von dem eine Karte mit genügender Genauigkeit noch nicht aufgenommen worden ist, dessen Boden tropische Vegetation fast allenthalben überwuchert, und das der Aufschlüsse

völlig entbehrt, die man anderwärts durch Steinbrüche, Bergwerke, Kunststrassen und Eisenbahndurchstiche zu erhalten pflegt, braucht nicht aufs neue erwähnt zu werden. Aber auch unter so überaus ungünstigen Verhältnissen, wie die hier gegebenen, darf der Geolog an der Möglichkeit, seine Aufgabe bis zu einem gewissen Grade zu lösen, doch nicht ganz verzweifeln.

Allerdings wird die petrographische Durchforschung Colombias und ebenso die der Nachbarrepublik Ecuador wohl niemals dazu beitragen, neue Anschauungen über die Bildung von Gesteinsarten zu begründen, deren genetische Stellung noch zweifelhaft ist, und die Zahl lehrreicher Beispiele über Lagerungsverhältnisse ganzer Schichtensysteme an deutlich vor Augen geführten Gebirgsprofilen zu vermehren. Denn hier liegen nach dem bereits Bemerkten die Verhältnisse ganz anders als z. B. im nördlichen Chile, wo eine regenlose Zone den Boden von Vegetation gänzlich entblösst hält, so dass die Gesteinsarten, die ihn zusammensetzen, und dies sind gerade hier die merkwürdigsten und mannigfaltigsten, wie auf einer buntcolorirten geologischen Karte zu Tage treten, wodurch es möglich wird, ihre Lagerungsverhältnisse und Grenzen schon auf grosse Entfernung hin zu übersehen und zu verfolgen. Wenn aber dieses, dem Petrographen so überaus wichtige Aufschlüsse versprechende, viel bereiste und noch dazu minenreiche Gebiet streng wissenschaftlich bisher so gut wie unerforscht geblieben ist, was lässt sich da für die Gegenden erhoffen, mit denen wir es im nördlichen Südamerika zu thun haben? Nur an verhältnissmässig wenigen Punkten kann es auf colombianischem Boden gelingen, die Altersstufen sedimentärer Schichten in ihrer verticalen Reihenfolge aufgeschlossen zu sehen oder Contacterscheinungen, Gesteinsübergänge und Gangbildungen zu studiren; der Paläontolog und Petrograph wird sich zumeist mit vereinzelten, weit auseinander liegenden, oft schwer zugänglichen Gesteinsentblössungen an steilen Thalwänden und in den Betten reissender Bäche genügen lassen müssen. Es sind nur Stichproben, die ihm in diesen Ländern zu machen vergönnt ist.

An dieser Stelle glaube ich auch aussprechen zu sollen, dass in Südamerika, wie höchst wahrscheinlich auch in vielen anderen Gegenden, die Altersbestimmungen der Diorite, Porphyrite und ähnlicher Massengesteine, insofern als dieselben aus ihrem

Auftreten in Sedimentformationen abgeleitet worden sind, oftmals auf einer irrigen Auffassung der Lagerungsverhältnisse beruhen, dass höchst wahrscheinlich viele der Gesteine, welche als Intrusivgesteine angesehen werden, längst vorhanden waren, als die Sedimente, in die sie eingedrungen zu sein scheinen, abgelagert wurden.

Eine planmässige geologische Aufnahme des Landes erscheint für Colombia in unabsehbare Ferne gerückt, denn sie kann nicht eher unternommen werden, als bis eine auf wirklichen Messungen beruhende topographische Karte ausgearbeitet sein wird. Hierfür fehlen jedoch alle Vorbedingungen, und selbst wer die Schwierigkeiten richtig zu beurtheilen weiss, mit denen der Geodät in alpinen Gebirgsgegenden zu rechnen hat, wird wahrscheinlich den Zeitaufwand und die Schwierigkeiten weit unterschätzen, die mit der Aufnahme einer genauen Karte des colombianischen Andengebiets verbunden sein würde.

Alles, was bezüglich der Kenntniss der Bodenbeschaffenheit in Colombia erreicht werden kann, ist also — und selbst darüber dürften noch Jahrhunderte vergehen — die Ausdehnung der zu Tage tretenden Formationen in ganz allgemeinen Zügen festzulegen.

Bei einem so überaus wenig versprechenden Ausblick in die Zukunft bleibt die wissenschaftliche Forschung darauf angewiesen, alles Material, das einzelne Reisende zur geologischen Kenntniss des Landes gelegentlich beisteuern, sorgfältig zu registriren und selbst den kleinsten Beitrag nicht von der Hand zu weisen. Als einen solchen betrachte ich das Ergebniss unseres flüchtigen Zuges durch Colombia, welches in diesem Werke niedergelegt worden ist, und das insofern eine fühlbare Lücke auszufüllen geeignet ist, als die von uns eingeschlagenen Wege zumeist Gegenden berühren, in denen vor uns nicht gesammelt wurde.

Das von Karsten und neuerdings von Sievers, Hettner und anderen heimgebrachte und beschriebene Material gehört vorherrschend den nördlich von Bogotá gelegenen Provinzen an; unsere Sammlungen dagegen bieten eine Musterkarte von Vorkommen aus den Provinzen, die den südlichen Theil der Republik bilden, und zwar für die beiden Hauptwege, welche das Land seiner Länge nach in den beiden Parallelthälern des Rio Magdalena und des Rio Cauca durchziehen.

Die topographische Gliederung Colombias ist eine so eigenthümliche, dass diese beiden Wege, welche in der geographischen Breite von Popayan zusammenlaufen, obgleich sie nur Saumpfade sind, doch als die beiden einzigen Verkehrsadern des bewohntesten und cultivirtesten Theiles von Colombia bezeichnet werden dürfen. Alle übrigen Pfade, welche die Verbindung mit der Küste des Stillen Oceans und mit den Zuflüssen des Rio Amazonas vermitteln oder das Magdalenen-Thal mit dem Cauca-Thale verbinden, indem sie die hohe Centralcordillere an verschiedenen Punkten überschreiten, können nur als untergeordnete Abzweigungen von diesen beiden Hauptwegen gelten.

Eine ähnliche Zweitheilung des Weges, wie die soeben erwähnte, tritt, gleichfalls durch topographische Verhältnisse, wenn auch anderer Art, vorgeschrieben, südlich von Popayan ein, und auch hier sind wir darauf bedacht gewesen, eine petrographische Uebersicht beider Strecken durch unsere Sammlungen zu schaffen, indem Herr W. Reiss den östlichen Weg und ich den westlichen einschlug.

Trotz dieses planmässigen Vorgehens unsererseits ist das, was wir zur geologischen Erforschung des Landes beizutragen vermögen, im Verhältniss zu dessen ungeheurer Ausdehnung ein verschwindend kleiner Beitrag, gewinnt aber insofern an Bedeutung, als er sich zugleich auch auf die Hauptwege bezieht, die jeder Reisende einschlagen muss, dessen Zweck es ist, Land und Leute von Colombia kennen zu lernen.

Mit der stückweisen Bereisung eines fremden Gebietes und dem Sammeln der dort auftretenden Gesteinsarten ist aber nur der erste Schritt zu seiner allmählichen Erforschung gethan; es bleibt die sachgemässe Bearbeitung des Gesammelten selbst übrig: die Wissenschaft fragt lediglich nach der Art und Weise, wie die gewonnenen Thatsachen zur Erweiterung der bereits erlangten Kenntniss des Landes verwerthet wurden, insbesondere ob dies so geschehen ist, dass jeder spätere Reisende, der den gleichen Weg einzuschlagen gesonnen ist, von vornherein einen Anhalt für seine eigenen Beobachtungen daraus zu gewinnen vermag.

In diesem Sinne ist die hier vorliegende Bearbeitung unseres aus Colombia heimgebrachten Materials von Herrn Dr. Walther Bergt in gewissenhaftester Weise durchgeführt worden. Auch haben wir es ihm ganz anheim gegeben, an die eingehende

Beschreibung der einzelnen, nach ihren Nummern aufgeführten Handstücke diejenigen genetischen Schlussfolgerungen zu knüpfen, die sich ihm besonders aus der mikroskopischen Untersuchung gewisser Gesteinsarten als wohl begründet zu ergeben schienen.

Herr Dr. Bergt war zu dieser Arbeit um so mehr berufen, als er auch die von Herrn Prof. Sievers auf zwei Reisen durch Venezuela und das nördliche Colombia gesammelten Gesteine, welche theils dem Hamburger, theils dem Dresdner Museum übergeben worden sind, untersucht und beschrieben hat.

Beide Theile des Werkes, der früher erschienene, der die von Herrn Dr. Richard Küch untersuchten vulkanischen Gesteine behandelt, und der hier vorliegende, welcher das nicht-vulkanische Material mit Ausschluss der an anderen Orten besprochenen organischen Reste zusammenfasst, ergänzen sich zu einer Gesammtübersicht der petrographischen Vorkommnisse unserer Reiserouten durch Colombia.

Herr Dr. W. Bergt ist aber auch darauf bedacht gewesen, die Veröffentlichungen unserer Vorgänger, welche den petrographischen Verhältnissen von Colombia Beachtung geschenkt haben, möglichst vollzählig zu ermitteln, chronologisch aufzuführen und deren Angaben an den geeigneten Stellen kritisch gerecht zu werden. Hierdurch dürfte es dem Herrn Verfasser gelungen sein, seiner Arbeit eine für alle Zeit grundlegende Bedeutung zu sichern.

Dem hiermit abgeschlossenen zweiten Bande der „Geologischen Studien in Colombia“ ist eine Karte des mittleren und südlichen Theiles dieser Republik beigefügt worden, die hauptsächlich zur geographischen Orientirung des Lesers dienen soll: sie verzeichnet die Reiserouten, auf denen die Gesteine gesammelt wurden, sowie die meisten der Ortsnamen, welche auf den Etiquetten der einzelnen Handstücke angegeben sind. Da die Karte aber zugleich die Lage der Vulkanberge veranschaulicht, deren Gesteine der erste Band des Werkes behandelt, dürfte sie auch für diesen eine sehr erwünschte Beigabe bilden.

Dieses kartographische Uebersichtsblatt ist im Wesentlichen eine Copie des betreffenden Theiles der grossen, im Maassstabe von 1:1350000 ausgeführten Codazzi'schen

Karte, welche die gesammte Republik umfasst. Der gleiche Maassstab ist für die Zeichnung unserer Copie beibehalten worden.

Wenn auch CODAZZI's Originalentwurf der Karte von Colombia als die Arbeit eines einzelnen Mannes unsere vollste Bewunderung verdient, so darf doch nicht übersehen werden, dass die Genauigkeit in der Darstellung des weiten Gebietes sehr ungleich ist, dass zwar manche Theile des Terrains sehr richtig wiedergegeben sind, andere dagegen kaum einen höheren Werth beanspruchen können, als den, eine flüchtige Skizze der Flusssysteme und Bergzüge zu sein, deren Gliederung innerhalb vieler Quadratmeilen auf keinen einzigen astronomisch oder trigonometrisch festgelegten Punkt basirt ist.

Zur Vervollständigung und etwaigen Berichtigung der CODAZZI'schen Karte haben wir während unserer Reise eine grössere Zahl von astronomischen Ortsbestimmungen und ausserdem mit Hülfe zahlreicher, theilweise trigonometrischer Winkelmessungen locale Terrainaufnahmen an solchen Orten gemacht, die unser Interesse vom geologischen Gesichtspunkte aus auf sich lenkten und ein längeres Verweilen am gleichen Orte bedingten.[1]) Auch sind im Laufe der mehr als dreissig Jahre, die seit unserer Bereisung Colombias verstrichen sind, theils von neueren Reisenden, theils von dort ansässigen Ingenieuren Wegaufnahmen und Wegstudien gemacht worden, welche sich zwar nur über kleine Gebiete erstrecken, aber immerhin als Beiträge zur Topographie des Landes nicht unbeachtet gelassen werden sollten.

Es hätte daher nahe gelegen, für eine Wiedergabe der CODAZZI'schen Originalkarte, wie die hier vorliegende, das Netz unserer Ortsbestimmungen in allen seinen Punkten zur Grundlage zu nehmen und neuere Beobachtungen und Angaben dem Maassstabe entsprechend zu berücksichtigen. Hiervon ist jedoch abgesehen worden, weil einige unserer Ortsbestimmungen von den Angaben der CODAZZI'schen Karte so stark abweichen — der Unterschied beträgt selbst für Werthe der geographischen Breite bis zu 22 Minuten — dass bei dem verhältnissmässig grossen Maassstabe

1) W. REISS und A. STÜBEL: Reisen in Süd-Amerika. Astronomische Ortsbestimmungen, bearbeitet von BRUNO PETER. Berlin, A. Asher. & Co. 1893.

der Karte eine Umzeichnung nicht möglich gewesen wäre, ohne sehr bedenkliche Willkürlichkeiten hineinzutragen.

Wäre es aber dennoch geschehen, so hätte ein auf diese Art neu geschaffenes Kartenbild nach meiner Ansicht nothwendig auch Anlass zu einer sehr irrigen Vorstellung darüber geben müssen, was wir zur Berichtigung der Karte von Colombia in Wirklichkeit beizusteuern in der Lage gewesen sind. Auf eine derartige scheinbare Berichtigung der Karte zu verzichten, schien mir um so mehr geboten, als eine solche ohne genügende Unterlagen späteren Forschungen nur zum Nachtheile hätte gereichen können.

Aus diesem Grunde, — nicht aus Unterschätzung unserer eigenen Ortsbestimmungen, — begnügte ich mich damit, allein denjenigen unserer Breitenbestimmungen eine zeichnerische Berücksichtigung im Kartenbild angedeihen zu lassen, die nicht allzu sehr von denen der CODAZZI'schen Karte abwichen. Um aber auch die übrigen Ergebnisse unserer Messungen der Uebersichtskarte dienstbar zu machen, habe ich unsere sämmtlichen Breitenbestimmungen in einer Columne am linken Rande der Karte als rothe Linien eingetragen, und diejenigen, welche in der Terrainzeichnung Verwerthung gefunden, durch einen kleinen rothen Stern gekennzeichnet. Diese rothen Randlinien belehren auf den ersten Blick über den Grad der Ungenauigkeit gewisser Punkte, mit denen CODAZZI, der nicht alle Beobachtungen selbst anstellen konnte, leider zu rechnen hatte und deren Berichtigung keineswegs durch eine geschickte Umzeichnung der Karte, sondern nur dadurch möglich ist, dass von Grund aus neue Aufnahmen an Ort und Stelle gemacht werden. Durch diese Maassnahme ist jedenfalls vermieden worden, dass an die Stelle eines an und für sich schon unrichtigen Kartenbildes ein nach Befinden noch weit unrichtigeres gesetzt worden ist.

Das hier bezüglich der Breitenbestimmungen Gesagte gilt in noch höherem Grade für viele der Längenangaben der CODAZZI'schen Karte, doch habe ich nicht versucht dieselben zu berichtigen, da die meisten unserer Längenbestimmungen durch chronometrische Zeitübertragungen gewonnen worden sind und ich wohl weiss, welche Unsicherheit dieser Methode zumal auf langsamen Reisen in Gebirgsgegenden anhaftet.

Neuere Itineraraufnahmen entsprechend zu berücksichtigen, hinderte die in

dieser Beziehung relative Kleinheit des Maassstabes der Karte, auch würde die Gleichmässigkeit des Kartenbildes durch stellenweise Anhäufung von Namen beeinträchtigt worden sein.

So sehr ich nun auch darauf bedacht gewesen bin, das topographische Bild der so überaus verdienstvollen Arbeit CODAZZI's im Allgemeinen unberührt zu lassen, so hat die Karte doch an einigen Punkten nicht unwesentliche Vervollständigungen und Berichtigungen erfahren, und diese beziehen sich besonders auf die vulkanischen Distrikte des Tolima und der Mesa Nevada de Herveo, des Huila, des Puracé und Sotará, des Vulkans von Pasto, des Azufral de Túquerres, des Cumbal und Chiles, also auf solche Gebiete, in welchen ein eingehendes Studium der geologischen Verhältnisse und Zeichnungen Hand in Hand gehen musste.

Diejenigen Leser, die in der Lage sind, die dem Grassi-Museum zu Leipzig übergebene Sammlung von Landschaftsbildern aus Colombia zu besichtigen, werden darin eine willkommene Ergänzung zu dieser Karte finden, da letztere ja nur die geographische Orientirung im Allgemeinen zu vermitteln vermag. Die Bilder dagegen werden ihnen gestatten, sich mit den Bergformen und der Lage vieler der Orte näher vertraut zu machen, deren Namen in beiden Theilen des Werkes vorkommen.

Leider musste ich es mir versagen, das Werk selbst mit diesen Abbildungen auszustatten. Die Sammlung umfasst zweiundfünfzig, während der Reise im Hochlande von Colombia aufgenommene, zumeist grosse Zeichnungen, sowie ein besonders beachtenswerthes Oelgemälde. Sie ist gemeinschaftlich mit der noch umfänglicheren Sammlung der Bilder ecuatorianischer Vulkanberge in der Abtheilung für Länderkunde des genannten Museums dauernd aufgestellt, und ich glaube, dass dem wissenschaftlichen Zwecke durch Vorführung der Originale in höherem Grade entsprochen wird, als dies durch ihre Vervielfältigung in Buchform möglich gewesen wäre.

Ein ausführliches Verzeichniss dieser Landschaftsbilder, die von geologischen Erläuterungsblättern und einigen Specialkarten begleitet sind, ist der Inhaltsangabe des Textes dieses Bandes angefügt worden.

Dresden, Juni 1899. A. STÜBEL

Nachträgliche Bemerkung zum Vorwort.

Auf ausdrücklichen Wunsch des Herrn Geheimen Regierungsraths Dr. W. Reiss ändere ich den Satz auf Seite VII des Vorwortes: „Dem hiermit abgeschlossenen zweiten Bande der Geologischen Studien in Colombia **ist** eine Karte des mittleren und südlichen Theiles dieser Republik beigefügt worden, die etc." in folgenden ab: „Dem hiermit abgesch. zw. Bde. d. Geol. Stud. in Colom. **habe ich** eine K. d. mittl. u. südl. Ths. d. Rep. beigegeben, die etc."

Dresden, am 21. October 1899.

A. Stübel

INHALT.

Erklärung einiger spanischer Bezeichnungen.

Alto, Höhe, Anhöhe.
Azufral, Solfatare, Schwefelkrater.
Barranco-Quebrada, steilwandige Schlucht, auch nur für die steilen Wände einer solchen gebraucht.
Boca, Mündung.
Boca del monte, obere Waldgrenze.
Caldera, Kesselthal.
Cerro, hoher, meist alleinstehender, steiler Berg.
Corral, eigentlich von Stein- und Lehmwand umgebenes Viehgehege, übertragen ein diesem ähnlicher, rings von Felsen umgrenzter kleiner Kessel.
Camino, Weg.
Cueva, Höhle.
Curato, Pfarrei.
Cuchilla, Felsengrat.
Hacienda, Landgut.
Horqueta, Passübergang, gleich Furka in den Alpen.
Loma, länglicher Hügel, Rücken.
Mesa, Plateau, Hochebene.
Montaña, Berg im allgemeinen (auch Wald).
Monte, Wald, seltener Berg.
Páramo, Hochsteppe.
Paso, Übergang im allgemeinen, Berg- oder Flussübergang (Furt).
Peñon, hoher Felsen.
Puerta, Thür, Eingang.
Puerto, Hafen, Bergpass.
Pueblo, Dorf.
Quebrada, steilwandige Bachschlucht.
Salto, Absturz eines Berges.
Subida, Aufstieg.
Sierra, Bergkette.
Teta und Tetilla, eigentlich Frauenbrust, Zitze, übertragen runder Hügel.

Die bei der mikroskopischen Beschreibung der Gesteine gebrauchten Bezeichnungen „gewöhnliche“ und „stärkere Vergrösserung“ entsprechen etwa 100mal. und 390mal. Vergrösserung.

VERZEICHNISS

der Karten und Landschaftsbilder aus dem Hochgebirge von Colombia, welche sich auf den Inhalt dieses Werkes beziehen und im Grassi-Museum zu Leipzig dauernd ausgestellt sind.

— —

I. KARTEN.

A. Uebersichtskarte des mittleren und südlichen Theiles von Colombia, sowie des nördlichen von Ecuador zur Orientirung über die Lage der Vulkanberge dieser Gebiete und über die Reiserouten von W. Reiss und A. Stübel in den Jahren 1868 bis 1870.

Unter Zugrundelegung der CODAZZI'schen Karte und mit Benutzung der von A. Stübel an Ort und Stelle ausgeführten Kartenskizzen und Zeichnungen zusammengestellt und gezeichnet von Theodor Wolf. Maassstab = 1:1350000.

Das an Colombia grenzende Vulkangebiet von Ecuador ist der in grösserem Maassstabe gehaltenen Karte entnommen, welche sich dem Stübel'schen Werke: Die Vulkanberge von Ecuador, Berlin 1897, beigegeben findet, und wurde anhangsweise beigefügt, um die Vergleichung mit dem colombianischen Vulkangebiete zu erleichtern. (Das hier vorliegende Blatt ist die Originalzeichnung und nicht vervielfältigt.)

B. Uebersichtskarte von Mittel- und Süd-Colombia mit Eintragung der Reiserouten von W. Reiss und A. Stübel, unter Zugrundelegung der Karte A. für die Vervielfältigung gezeichnet von Theodor Wolf. Dieses Blatt ist dem Werke beigegeben. Maassstab 1:1350000.

In das zu Leipzig ausgestellte Exemplar dieser Karte sind die Standpunkte und Gesichtsfelder der sämmtlichen in Colombia aufgenommenen Landschaftsbilder eingetragen worden.

C. Specialkarte des Vulkans von Pasto und seiner weiteren Umgebung. Nach topographischen Unterlagen von H. Muñoz, trigonometrischen Vermessungen von W. Reiss, sowie nach eigenen Aufnahmen entworfen und zu Pasto gezeichnet in den Jahren 1869 und 1870 von A. Stübel. Maassstab 1:100000. (Originalzeichnung.)

D. Die gleiche Karte, mit genauer Berücksichtigung der erst später berechneten astronomischen Ortsbestimmungen nach dem Originale umgezeichnet von Theodor Wolf. 1899.

E. Eine Skizze der gleichen Karte zur Veranschaulichung der Standpunkte und Gesichtsfelder der Bildergruppe des Vulkans von Pasto.

II. LANDSCHAFTSBILDER.

1. Blick auf die Vulkanberge Mesa Nevada de Herveo und Tolima. Standpunkt: Cruces viejas auf dem Wege von Honda nach Bogotá, ca. 600 m ü. d. M. Entfernung bis zum Herveo 85 bis 90 km.
2. Die Hochebene von Bogotá gegen Westen gesehen. Blick auf die Vulkanberge Mesa Nevada de Herveo, Páramo de Ruiz und Tolima. Standpunkt: Capilla de Egipto bei Bogotá, ca. 2700 m ü. d. M. Entfernung von Bogotá bis zum Herveo ca. 151 km, bis zum Tolima 142 km (nach S. de Caldas 151,7 km).
3. Der Tolima, Südostseite. Standpunkt: Llano largo bei Ibagué, ca. 1350 m ü. d. M. Dies ist die Ebene, von welcher aus A. v. Humboldt die Höhe des Tolima zu 5525 m bestimmte. Entfernung bis zum Gipfel des Berges ca. 32 km.
4. Der Tolima, Südostseite. Standpunkt: Thal des Rio Combeima, ca. 1600 m ü. d. M., Weg nach dem Quindiu-Pass. Entfernung bis zum Gipfel des Berges ca. 25 km. (Zeichnung nach einer Photographie.)
5. Der Tolima, Südostseite. Standpunkt: Boca del Monte, ca. 3850 m ü. d. M. Im Vordergrunde 3—5 m hohe Bäume der Composite „Frailejon".
6. Die Vulkanberge Tolima, Mesa Nevada de Herveo (Páramo de Ruiz), Santa Isabel (Isabelilla) und Quindiu. Standpunkt am Fusse des Tolima in 4400 m ü. d. M.

---

7. Der Vulkanberg Huila von der Südseite. Standpunkt: Dorf Huila, 1955 m ü. d. M. Die Entfernung von hier bis zum Gipfel des Berges beträgt ca. 20 km, seine Höhe ca. 5750 m.
8. Das Thal des Rio Paez. Standpunkt: Mesa de Calota bei dem Dorfe Huila, 2068 m ü. d. M.
9. Der Vulkanberg Huila, WNW-Seite. Standpunkt: Campamento „Primera Vista del Volcan", am Ostabhange des Páramo de Santo Domingo, 3600 m ü. d. M. Entfernung bis zum Gipfel des Berges ca. 13 km.
10. Der Vulkanberg Huila, WNW-Seite. Standpunkt: Páramo zwischen den beiden Armen des Rio Paez, 3846 m ü. d. M. Entfernung bis zum Gipfel ca. 8 km.
11. Der Vulkanberg Huila, Nordwestseite. Standpunkt: El Mirador del Huila, ca. 4300 m ü. d. M. Entfernung bis zum Gipfel 2 bis 3 (?) km.

---

12. Popayan und seine Umgebung. Blick auf die Vulkanberge Puracé und Sotará. Standpunkt: nordwestlich von der Stadt, 1740 m ü. d. M. (Nach einer Photographie.)
13. Die Vulkanberge Puracé (4700 m) und Sotará (4435 m). Standpunkt: Alto del Cauca, 1825 m ü. d. M. Entfernung bis zum Gipfel des Puracé ca. 30, bis zum Sotará ca. 40 km.
14. Der Puracé, 4700 m, von Popayan gesehen. Westseite. Standpunkt: 1750 m ü. d. M. Die geradlinige Entfernung bis zum Gipfel des Berges beträgt ca. 25 km.
15. Der Vulkanberg Puracé, Westseite. Standpunkt: Alto del Pesar, 2649 m ü. d. M. Entfernung bis zum Gipfel des Berges ca. 15 km.

16. Blick auf die Ebene von Popayan und die Westcordillere. Standpunkt: oberhalb des Dorfes Puracé, ca. 2750 m ü. d. M. Die Entfernung bis zum Cerro Munchique (3012 m), dem höchsten Berge dieses Theiles der Westcordillere, beträgt ca. 65 km.
17. Der Aschenkegel des Puracé, NW-Ansicht. Standpunkt: El Arenal in 3908 m ü. d. M.
18. Der Aschenkegel des Puracé, WNW-Ansicht. Standpunkt: El Arenal, 3934 m ü. d. M.

---

19. El Pan de Azúcar, Südostseite. Standpunkt: Plaza de San Agustin, 1635 m ü. d. M. Entfernung bis zum Berge ca. 60 km.
20. El Pan de Azúcar, Nordseite. Standpunkt: El Mirador del Huila, ca. 4300 m ü. d. M. Die Entfernung bis zum Pan de Azúcar beträgt ca. 75 km.
21. El Pan del Azúcar, Nordostseite. Standpunkt: Cerro Pelado, 2680 m ü. d. M. Entfernung 40—50 km.
22. Der Vulkanberg Sotará, 4435 m, Nordseite. Standpunkt: ca. 3600 m ü. d. M.

---

23. Der Vulkan von Pasto, 4264 m, Ostseite. Standpunkt: Plaza der Stadt Pasto, 2544 m.
24. Der Vulkan von Pasto, Nordwestseite. Standpunkt: Cerro Espada am Wege von Pasto nach El Tambo in 2700 m ü. d. M.
25. Der Vulkan von Pasto, Südseite. Standpunkt: Páramo de Chávez in 3193 m ü. d. M. Entfernung bis zum Gipfel ca. 12 km.
26. Der Vulkan von Pasto mit seinem grossen Kraterthale und seinem Ausbruchskegel von Westen gesehen. Standpunkt: Loma de Ales, 2186 m ü. d. M. (895 m über dem Rio Guáitara). Geradlinige Entfernung bis zum Gipfel des Ausbruchskegels 16 km. Sichtbare Ausdehnung des Berges von seinem NW-Fusse bis zu seinem SO-Fusse ca. 25 km. Höhe des Vulkans über dem Flussbette des Rio Guáitara, der den Berg vom Standpunkte des Beschauers trennt, 2973 m.
27. Vulkan von Pasto. Der Kraterkessel mit dem Ausbruchskegel und seinen Lavaströmen von Westen gesehen. Standpunkt: El Pedregal im Kraterthale in einer Höhe von 2900 m.
28. Vulkan von Pasto. Der Südwestabhang. Standpunkt: Choachu, 2800 m. Weg von Pasto nach Túquerres.
29. Vulkan von Pasto. Blick auf den Ausbruchskegel im Kraterkessel von Nordosten gesehen. Standpunkt: NO-Rand der Umwallung, 4200 m.
30. Der Ausbruchskegel von Westen gesehen. Standpunkt: Lavastrom aus neuer Zeit in ca. 2900 m.
31. Der Vulkan von Pasto von Nordwesten gesehen. Standpunkt: Cruz de Sandoná, 1800 m ü. d. M. Entfernung bis zum Gipfel ca. 14 km.
32. Der Vulkan von Pasto von Südosten gesehen. Standpunkt: El Helechal auf dem Wege von Santa Lucía nach Pasto in ca. 3400 m ü. d. M. Entfernung bis zum Gipfel ca. 25 km.
33. Der Vulkan von Pasto von der Nordostseite und die Gebirgslandschaft seiner Umgebung. Standpunkt: Páramo de Bordoncillo in 3670 m ü. d. M.

---

34. Der Vulkanberg Bordoncillo und der Ausbruchskegel Campanero von Süden gesehen. Standpunkt: Santa Lucía, ca. 2830 m ü. d. M.
35. Der Basaltkegel Campanero. Westseite. Standpunkt: Motilon, am westlichen Ufer der Laguna de Pasto, 2800 m ü. d. M.
36. Das Südende der Laguna de Pasto — „La Cocha" — und der Cerro Patascoy de Santa Lucía (ca. 4000 m). Standpunkt: Santa Lucía, 2830 m ü. d. M.
37. Die Ebene von Sebondoy vom Dorfe Santiago, 2154 m, aus gesehen.
38. Die Ebene von Sebondoy mit dem Cerro Patascoy de Putumayo. Standpunkt: Dorf Sebondoy, 2170 m ü. d. M.
39. Die Ebene von Sebondoy mit dem Cerro Juanoy (Vulkanberg?). Standpunkt: Dorf Putumayo, 2150 m ü. d. M.

---

40. El Azufral de Túquerres, 4090 m, Ostseite. Standpunkt: bei der Hacienda Chillanquer, 3360 m ü. d. M.
41. El Azufral von Norden gesehen. Standpunkt: Gegend von Yacuanquer, ca. 2800 m ü. d. M.
42. Der Kratersee des Azufral de Túquerres. Standpunkt: westliche Umwallung, 3700 m ü. d. M.
43. Der Kratersee des Azufral, 3818 m. Standpunkt: Nordrand des Sees.

---

44. Die Vulkanberge Cumbal (4790 m) und Chiles (4780 m), sowie die Berge ihrer Umgebung von Osten gesehen. Standpunkt: Loma de Guapala bei dem Dorfe Cumbal.
45. Die Vulkanberge Chiles und Cumbal von Südosten gesehen. Standpunkt: Loma de Care in 3250 m ü. d. M.
46. Die Vulkanberge Chiles und Cumbal von Osten gesehen. Standpunkt: am Wege von Tulcan nach Ipiales, in ca. 2900 m Meereshöhe.
47. Die Vulkanberge Cumbal und Chiles von Nordosten gesehen. Standpunkt: Páramo de Gualcalá, in 3800 m Meereshöhe. Entfernung bis zum Cumbal 25—30 km, bis zum Chiles ca. 40 km.
48. Der Cumbal von der Nordseite gesehen. Standpunkt: Miraflores, 2786 m ü. d. M.
49. Der Vulkanberg Chiles, Südwestseite. Standpunkt: 4100 m ü. d. M.
50. Die Vulkanberge Chiles und Cerro Negro de Mayasquer (4470 m), Nordseite. Standpunkt: unweit Portachuelo, in ca. 3800 m Meereshöhe.
51. Der Nordwestabhang des Cerro Negro de Mayasquer, von La Ceja aus gesehen.
52. Das Kraterthal des Cerro Negro de Mayasquer. Standpunkt: im Kraterthale in ca. 3550 m Meereshöhe.
53. Páramo-Vegetation an den Vulkanbergen Cumbal und Chiles. Standpunkt: Ostfuss des Cumbal in 3450 m Meereshöhe. (Oelgemälde.)

Das Material zu den nachfolgenden Ausführungen umfasst in etwa 1200 Handstücken und Proben im Gegensatz zum 1. Band[1]) dieses Werkes, welcher nur vulkanische Gesteine behandelt, krystallinische Schiefer, Sedimente, ältere Massengesteine und Mineralien aus den Sammlungen der Herren Reiss und Stübel. Eine Anzahl jüngerer Eruptivgesteine, deren im 1. Band keine Erwähnung geschieht, wurde hier nachgetragen. Die zunächst niedergelegten Ergebnisse fussen vorwiegend auf mikroskopisch-petrographischen Untersuchungen. Für die Gesteine standen etwa 1200 Dünnschliffe zur Verfügung, ferner mussten wegen der nachzutragenden vulkanischen Gesteine und zur Erörterung der Propylitfrage die von Herrn Küch untersuchten Präparate eingehend berücksichtigt werden, so dass im ganzen rund 1800 Dünnschliffe benutzt wurden. Zu zahlreicheren chemischen Analysen, welche um so nötiger sind, als solche von dem hier behandelten Material nur ganz vereinzelt angefertigt worden sind, fehlte dem Verfasser leider bis jetzt die Zeit.

Wie bei allen Sammlungen, welche aus schwer zugänglichen, dem Verkehre wenig oder gar nicht erschlossenen Gebieten stammen, aus Gegenden, in denen Aufschlüsse durch Strassen oder gar durch Eisenbahnen fehlen, wo ausserdem die Oberflächenverwitterung viel stärker ist als in gemässigten Zonen, so muss auch hier besonders darauf aufmerksam gemacht werden, dass dem reichen Material nicht die geologischen Beobachtungen beizugeben waren, welche eine sichere geologische, oft genug die petrographische Bestimmung erfordert. Reichlich hatte der Verfasser mit den daraus entspringenden Schwierigkeiten zu kämpfen und er ist sich der Mangelhaftigkeit von manchem hier Gebotenen wohl bewusst. Der Analogieschluss, die Beurteilung nach den in anderen Teilen der Erde gemachten Erfahrungen mussten das Fehlende zu ersetzen suchen und zu einem häufig zweifelhaften Ergebnis führen. Die Beobachtungen und das Material reichten weiter nicht aus, von den zum Teil noch ganz unerforschten Gebieten ein auch nur einigermassen zusammenhängendes geologisches Bild zu entwerfen. Die grosse Mannigfaltigkeit der Gesteine und der

1) Siehe im folgenden Litteraturverzeichnis No. 104, Küch u. s. w.

hervorgehobene Mangel an verknüpfenden geologischen Untersuchungen verhinderten allgemeinere Darstellungen und machten mehr Einzelbeschreibungen nötig. Da, wo allgemeine Erscheinungen zu Tage traten oder Analogieschlüsse kausale Verknüpfungen erlaubten, wurden Gesteine unter gemeinsamen Gesichtspunkten zusammengefasst. Vorwiegend aber erschien eine Darstellung nach Reisewegen und, wo es möglich war, nach geologisch einheitlichen Gebieten am zweckmässigsten, wobei besondere Aufmerksamkeit der makroskopischen Beschreibung und übersichtlichen Fundortsbestimmung zugewendet werden musste. Gänzlich vermieden ward eine über das ganze Gebiet sich erstreckende, rein petrographische Anordnung und Behandlung. Eine solche hätte die Gesteine der entferntesten Gegenden unentwirrbar durcheinander gewürfelt.

Geologische Litteratur über Colombia.

Das folgende Verzeichnis enthält eine Zusammenstellung aller auf das heutige Colombia bezüglichen geologischen Litteratur, deren der Verfasser habhaft werden konnte. Wegen ihres verhältnismässig noch geringen Umfanges wurden auch solche Abhandlungen angeführt, welche nicht Originalbeiträge darstellen. Die Anordnung ist im allgemeinen zeitlich, dabei wurden aber die Werke und Beiträge eines und desselben Verfassers nicht auseinander gerissen. Die Litteratur über den Smaragd und Parisit von Muzo ist dem Abschnit V[e], die über Panamá dem letzten Kapitel vorangestellt. Die den einzelnen Werken vorgesetzten Zahlen dienen der Kürze wegen später als Kennziffer.

1) Humboldt, A. von, *Memoria razonada de las salinas de Zipaquirá 1801.* In: Contribuciones de Colombia á las ciencias i á las artes publicadas por E. Uricoechea, Bogotá-Londres 1861, 47—75. Auch in Anales de la instruccion pública Heft 21 (nach Hettner).
(Siehe Schumacher, Südam. Studien 467 Anm. 62.)

2) —— *Geogn. Skizze von Süd-Amerika. Annalen Physik und phys. Chemie* (Gilbert) *1804, XVI, 394—404.* (Enthält nur ganz wenig auf Colombia Bezügliches.)

3) —'s *Notizen von seinen Reisen in der Kordillere der Anden etc. Ebenda 450 und XVIII, 1806, 118—125.* (Enthält wenig auf Colombia Bezügliches.)

4) —— *Über die Vulkane in der Anden-Cordillere.* Leonhard's, *Taschenbuch III, 1809, 258/9.*
(Kurze Bemerkungen über die Vulkane von Popayan, Pasto, über den Puracé und den Rio Vinagre.)

5) —— *Vues des Cordillères et monumens des peuples indigènes de l'Amérique. Paris 1810.*
Der Atlas enthält folgende Abbildungen aus Colombia: T. 4, die natürliche Brücke

von Jcononzo (Pandi), T. 5 der Pass von Quindiu, T. 6 und 30 die Wasserfälle des Tequendama und des Rio Vinagre, T. 41 die Schlammvulkane von Turbaco, T. 67 der See von Guatavita. Text 9—13, 13—19, 19—23, 220/1, 239—241, 297/8.

6) HUMBOLDT, A. VON, *Pittoreske Ansichten der Cordilleren und Monumente amerikanischer Völker. Tübingen 1810.*

Die Beschreibungen der T. 4 auf S. 12—16, T. 5 S. 16—25, T. 6 S. 25—31 enthalten nur ganz kurze geol. und petrogr. Bemerkungen.

7) —— *Essai politique sur le royaume de la Nouvelle Espagne. Paris 1811, S. 602—662.*

Siehe auch SCHUMACHER, Südamerik. Studien S. 433 Anm. 3. Angaben über die Goldproduktion.

8) —— *Sur le magnetisme d'une montagne de chlorite schisteuse et de serpentine. Annales de chimie et de physique. 2. sér.* **25**, *1824, 333.* („Trachytischer Porphyr von Voisaco").

9) —— *Essai géognostique sur le gisement des roches dans les deux hémisphères. 1. éd. 1823 Paris. 2. éd. 1826.*

1822 unter dem Titel: Indépendance des formations im „Dictionnaire des sciences naturelles" XXIII, 56—385 veröffentlicht.

9[a]) —— *Geognostischer Versuch über die Lagerung der Gebirgsarten in beiden Erdhälften. Deutsch bearbeitet von* K. C. v. LEONHARD *1823.*

(Die Uebersetzung ist an einigen Stellen unverständlich.)

Dieses Werk enthält von allen Schriften H.'s die meisten auf Colombia bezüglichen geologischen und petrographischen Angaben, freilich zerstreut in den allgemeinen geologischen Ausführungen.

10) —— und A. BONPLAND, *Reise in die Aequinoctial-Gegenden des neuen Continents in den Jahren 1799—1804. 1826, V, Kap. 26.*

11) —— *Account of the discovery of a mine of Platinum in Colombia etc. Edinburgh journal of science V, 1826, 323—325.*

12) —— *Über die Provinz Antioquia und die neuentdeckte Lagerstätte der Platina auf Gängen.* HERTHA, *Zeitschrift für Erd-, Völker- und Staatenkunde VII, 1826, 263—276.*

12[a]) —— *Mémoire sur la province d'Antioquia, et sur la découverte du platine dans sa gangue. Nouvelles Annales XXXV, 1827, 49.*

13) —— *Über die Bergketten und Vulkane von Inner-Asien und über einen neuen vulkanischen Ausbruch in der Andeskette. Pogg. Annalen 1830,* **18**, *347—354.*

Auch enthalten in „Fragmente einer Geologie und Klimatologie Asiens". Aus dem Franz. von J. LOEWENBERG 1832, 70—77. Ebenda auch:

14) —— *Über die Vulkan-Eruption in der Centralkette von Cundinamarca, 105—109.*

15) —— *Geognostische und physikalische Beobachtungen über die Vulkane des Hochlandes von Quito. Pogg. Annalen* **40**, *1837, 161—193;* **44**, *1838, 193—219.*

(Enthält ausserordentlich wenig auf Colombia Bezügliches.)

16) —— *Über die Goldproduktion in Amerika und Asien.* KARSTEN'S *Archiv XII, 1839, 572—580.*

(Ganz kurze Angaben über Neugranada.)

17) —— *Über die Hochebene von Bogotá. Deutsche Vierteljahrsschrift 1839, I, 97. Auch in den „Kleineren Schriften" H.'s 1853, 100—132.*

18) —— *Sobra la sabana de Bogotá, traducido por Temistocles Parédes in: Contribuciones etc. (s. No. 1) 1861, 75.*

19) HUMBOLDT, A. VON, *Kosmos 1858, IV.*

19) —— *Reisenotizen über Neu-Granada siehe* SCHUMACHER, *Südam. Studien 463 Anm. 56.*

Eine Zusammenstellung von HUMBOLDT'S Schriften siehe in: M. DE LA ROQUETTE, Notice sur la vie et les travaux de M. le Baron A. DE HUMBOLDT. Paris 1860.[1])

20) RIVERO, M. DE, *Analyse de l'eau du Rio Vinagre dans les Andes de Popayan, avec des éclaircissemens géognostiques et physiques sur quelques phénomènes que présentent le soufre, l'hydrogène sulfuré et l'eau dans les volcans par* A. DE HUMBOLDT. *Ann. de chim. et phys. 1824,* **27,** *113—136.*

21) ROULIN et BOUSSINGAULT, *Mémoire sur differentes masses de fer qui ont été trouvées sur la Cordillère orientale des Andes. Ebenda 1824,* **25,** *438—443.* (Meteoreisen von Santa Rosa und Rasgatá.)

22) —— *Sur les circonstances qui accompagnent les tremblemens de terre en Amérique dans la république de Venezuela. Ebend. 1829,* **42,** *410—415.*

(Erdbeben von Mariquita 1824, Bogota 1826 etc.)

Von BOUSSINGAULT'S zahlreichen, meist kleineren Arbeiten finden sich folgende in den Annales de chimie et de physique:

23) BOUSSINGAULT, J. B., *Sur l'existence de l'iode dans l'eau d'une saline de la province d'Antioquia 1825,* **30,** *91—96.* (Saline von Guaca.)

24) —— *Analyse de l'Alumine sulfatée native du Rio Saldaña 1825,* **30,** *109—111.*

25) —— *Sur le gisement du Platine 1826,* **32,** *204—212.*

(Platinlagerstätten in Colombia, namentlich in Antioquia.)

26) —— *Mémoire sur une nouvelle méthode pour l'essai et le traitement de la pyrite aurifère. 1827,* **34,** *253—268 (Marmato).*

27) —— *Sur la composition de l'or natif argentifère 1827,* **34,** *408.*

(Gold von Marmato, Titiribi, Malpaso, Rio Sucio, Santa Rosa de Osos (Antioquia), Guamo b/Marmato, Ojas-Anchas (Antioquia) etc. analysirt).

28) —— *Analyse de l'arséniate de fer de Loaysa près Marmato, province de Popayan. 1829,* **41,** *75—78.*

29) —— *Analyse de la blende noire de Marmato. 1830,* **43,** *312—316.*

30) —— *Note sur la présence de l'ammoniaque dans l'oxide de fer naturel. 1830,* **43,** *334/5.*

(Mine von Cumba b/Marmato.)

31) —— *Analyse d'un nouveau mineral trouvé dans le Páramo-Rico prés Pamplona. 1830,* **45,** *325—329.*

32) —— *Analyse de l'eau minérale de Paipa près Tunja. Ebend. 329—332.*

33) —— *Analyse de différentes variétés d'or natif. Ebend. 440—443.*

(Gold von Vega de Supia, Quiebralomo, Marmato, Giron, Bucaramanga.)

34) —— *Recherches sur la cause qui produit le goître dans les Cordillères de la Nouvelle-Grénade. 1831,* **48,** *41—69.*

(Darin auch die Geologie und Petrographie des Landes ausführlich behandelt).

35) —— *Analyse de l'eau du Rio Vinagre. 1832.* **51,** *107—110.*

36) —— *Recherches chimiques sur la nature des fluides élastiques qui se dégagent des Volcans de l'équateur. 1833,* **52,** *5—23.*

1) Ein neueres und vollständigeres Verzeichnis von J. LÖWENBERG in K. BRUHNS, A. v. HUMBOLDT, eine wissenschaftliche Biographie 1872, II, 487—552. Daselbst auch III, J. EWALD, A. v. H.'s Wirksamkeit auf verschiedenen Gebieten der Wissenschaft, 4. Geologie, 102—185.

37) Boussingault, J. B., *Considérations sur les eaux thermales des Cordillères. Ebend. 181—190.*

38) —— *Analyse de l'Alumine sulfaté du volcan de Pasto. Ebend. 348—351.*

39) —— *Examen chimique d'une substance minérale deposée par l'eau chaude de Coconuco près Popayan. Ebend. 396—398.*

40) —— *Analyse de l'Halloysite de Guataquí dans la Nouvelle Grénade. Ebend. 439—441.*

41) —— *Mémoire sur les salines iodifères des Andes. 1833,* ***54****, 163—177.*

42) —— *Sur les tremblemens de terre des Andes 1835,* ***58****, 81—88.*

Die meisten der aufgezählten Arbeiten sind mit anderen, von J. Acosta ins Spanische übersetzt, in dem Band vereinigt: Boussingault y Roulin, *Viajes científicos en los Andes Ecuatoriales ó coleccion de memorias sobre física, química i historia natural de la Nueva Granada, Ecuador y Venezuela. Paris 1849. Traducidos por* J. Acosta.

43) —— *Notes sur quelques coquilles fossiles recueillies par* J. Acosta *dans les montagnes de la Nouvelle Grénade. Journal de Conchyliologie 1853, IV.*

44) Buch, L. von, *Über den zoologischen Charakter der Secundärformationen in Süd-Amerika. Monatsber. d. k. preuss. Ak. W. Berlin 1838, 54—67.*

Auch in Buch's gesammelten Schriften, herausgegeben von Ewald, Roth und Dames IV, 1885, 497—509.

(Beschreibung der Kreideversteinerungen von Sta Fé de Bogota.)

45) —— *Pétrifications recueillies en Amérique par* M. de Humboldt *et par* Ch. Degenhard. *Berlin 1839.* Ges. Schriften, IV 519—542, Taf. 30, 31.

(Beschreibung und Abbildung der Kreideverstein. von Sta Fé de Bogota.)

46) —— *Betrachtungen über die Verbreitung und die Grenzen der Kreidebildungen. Verhandl. naturhist. Ver. Rheinl. Westphal. Bonn 1849, 211—242.* Ges. Schriften, IV, 884—911.

(Zerstreute Bemerkungen über die Kreide von Bogota, S. 903, 906, 911.)

47) —— *Über die Juraformation auf der Erdoberfläche. Monatsber. Preuss. Ak. W. Berlin 1852, 622—680.* Ges. Schr. IV, 967ff. u. folg.

(Zerstreute Bemerk. über die Kreide von Bogota.)

48) Degenhard, C., *Über die Salzquellen des nördlichen Teiles der Provinz Antioquia und die Gebirgsformationen der Umgebung von Medellin im Freistaate von Neu-Granada. Mit 1 geol. Karte und 1 Profil.* Karsten's *Archiv XII, 1839, 3—13, Taf. 1.*

49) *Über die goldhaltigen Quarz- und Schwefelkiesgänge von Trinidad und der Umgegend von Santa Rosa in dem Valle de Osos, Provinz Antioquia, im Freistaate von Neu-Granada. Ebend. 14—22. Profil Taf. 2.*

50) Léa, J., *Notice of the oolitic formations in America. Transactions Americ. Phil. Soc., 2. ser. vol. VII, 1841, p. 8, 9.*

51) d'Orbigny, A., *Coquilles et Echinodermes fossiles de la Colombie recueillies par* M. Boussingault *1842.*

(Bericht darüber in Compt. rend. 1843, I, 178—182.) Auch enthalten in: d'Orbigny, Voyage dans l'Amérique méridionale III, 4, p. 66—103. Paris 1842.

52) Partsch, P., *Die Meteoriten 1843, 125, 127.* (Meteoriten von Santa Rosa und Rasgatá.)

53) Forbes, E., *Report on the fossils from Santa Fe de Bogota presented by* E. Hopkins. *Quart. Journ. Geol. Soc. London I, 1845, 174—179.*

54) Lewy, *Analyse des saueren Mineralwassers vom Páramo de Ruiz. Ann. de chim. XX, 109. Ref. N. J. f. M. 1848, 808.*

55) Acosta, J., *(Über den Vulkan von Zamba) L'Institut 1849, No. 828, p. 362.*
(Ref. N. J. f. M. 1851, 208/9.) Kurze Beschreibung des Ausbruches 1848.

56) —— *Sur la Sierra Nevada de Sainte Marthe, formée par le terrain primitif. Bull. soc. géol. France. T. 9, sér. II, 1851/2, p. 396—399. T. II Fig. 1—3 Profile der Sierra Tairona.*

57) Boué, A., *Essai d'une carte géol. du globe terrestre. Bull. soc. géol. France. Sér. 2, t. 1, 1844, 147.*

58) Cornette, A., *Observations diverses sur les environs de Santa Fé de Bogotá. Bull. soc. géol. France. Sér. II, t. 7, p. 320—322, 1849/1850 mit Profil.* (Kurze geol. Bemerkungen.)

59) —— *Extraits de differentes lettres sur la géologie de la Nouvelle Grénade.*
Ebend. Sér. 2, t. 9, 1852, 509—560. Mit zahlreichen Skizzen und Profilen.

60) Mosquera, J. C., *Memoria sobre la geografia, fisica y politica de la Nueva Grenada 1852.*

61) Karsten, H., *Geognostische Bemerkungen über die Nordküste Neu-Granadas, insbes. über die Vulkane von Turbaco und Zamba. Z. D. G. G. 1852, IV, 579—583.*

62) —— *Geogn. Bemerkungen über die Umgebungen von Maracaybo und über die Nordküste von Neu-Granada.* Karsten's *Archiv XXV, 1853, 567—573.*

63) —— *Vortrag über die geogn. Verhältnisse der Cordillere Südamerikas und der Ebene des Orinoko und Amazonas.*
Z. D. G. G. VIII, 1856, 526/7.

64) —— *Die geogn. Verhältnisse Neu-Granadas. Mit 2 geogn. Karten und 6 Tafeln Versteinerungen. Verhandl. Versamml. deutsch. Naturf. Wien 1856.*

65) —— *Über die Vulkane der Anden. Berlin 1857.*

66) — *Das Gold Neu-Granadas, dessen Vorkommen und Gewinnung.* Westermann's *Monatshefte IV, 1858, 629ff.*

67) - *Über einige Versteinerungen der Kreideformation aus Neu-Granada. N. J. f. M. 1859, XI, 473/4.*

68) —— *Vortrag über das geogn. Alter der Cordillere Südamerikas. Z. D. G. G. 1861, XIII, 524/5.*

69) —— *Vortrag über geol. Orgeln Neu-Granadas. Ebend. 1862, XIV, 18.*

70) —— *Über südam. Vulkane. Briefl. Mitteil. Ebend. XXV, 1873, 568—572.*
(Enthält wenig auf Colombia Bezügliches.)

71) *Erinnerung aus den Cordilleren, über Vulkane und Erdbeben. „Die Natur." Halle 1877.*

72) —— *Géologie de l'ancienne Colombie bolivarienne, Vénézuela, Nouvelle-Grénade et Ecuador. Avec 8 planches et 1 carte géol. Berlin 1886. S. 22—35ff.*

73) — *Die Juraformation in Südamerika. N. J. f. M. 1890, II, 191.*

74) Vauvert de Méan, *Rapport sur une note relative aux volcans d'air de Turbaco près Cartagena. Compt. rend. XXXVIII, 1854, 765—767.*

75) Foetterle, F., *Die geol. Übersichtskarte des mittleren Theiles von Süd-Amerika. Wien 1854.*

76) —— *Die Geologie von Süd-Amerika. Mittheil. aus* J. Perthes' *Geogr. Anstalt, Gotha 1856, V, 187—192. Mit geol. Übersichtskarte von Südamerika. Taf. 11. 1: 25 000 000.*

77) Ehrenberg, C. G., *Über den Süsswasser-Schlammauswurf der kleinen Vulkane von Turbaco in Quito von* Boussingault *studiert. Ber. Ak. W. Berlin 1855, 576—578.*
(Auch in der Vorrede zur „Mikrogeologie" S. XVI.)

78) Tyrell Moore, *Algunas ideas especulativas sobre el orijen de las minas de oro corrido, sujeridas por observaciones hechas en los Estados Unidos de Colombia. In: Contribuciones etc. (siehe No. 1) 1861, 101—107.*

79) SCHMARDA, L. K., *Reise um die Erde. Braunschweig 1861, III, 283—378.* (Kurze gelegentliche Bemerkungen.)

80) CODAZZI, A., *Jeografia fisica i politica de los Estados unidos de Colombia. 2 Bde. Bogota 1862/3. Publié par* FELIPE PEREZ. (Siehe SCHUMACHER Anm. 159, S. 548.)

81) — *Carta jeográfica de los Estados etc. 1864. Mit geol. Profil des Bodens der Savanne von Bogotá von* D. MANUEL ZALDUA.

82) ROSE, G., *Beschreibung und Einteilung der Meteoriten Abh. Ak. W. Berlin 1863, 64—69ff.*

83) W. REISS und A. STÜBEL, *Alturas tomadas en la República de Colombia en los años de 1868 y 1869. Quito 1872.*

84) W. REISS' und A. STTÜBEL'S *Reisen in Südamerika 1868—1877.* PETERM. *geogr. Mitt. 1878, 30—33. Mit einem Verzeichnis der kleineren Nachrichten über diese Reise.*

85) SAENZ, *Contribuciones al estudio jeognóstico de una seccion de la Cordillera oriental. Bogota 1878.*

86) PETIT-BOIS, *Quelques mots sur la géologie de l'Etat d'Antioquia. Ann. soc. géol. belg. 1879, VII, 159—163.* (Enthält wenig.)

87) SIMONS, F. A. A., *Notes on the topography of the Sierra Nevada of Santa Marta. Proc. roy. geogr. soc. I, 1879, 689—694.*

88) — *On the Sierra Nevada of Santa Marta and its Watershead. Ebend. III, 1881, 705—723.*

89) JOUYOVICH, J. M., *Note sur les roches éruptives et métamorphiques des Andes. Belgrad 1880.* (Vorläufige Inhaltsangabe der folgenden Arbeit.)

90) ŽUJOVIČ, J. M., *Les roches des Cordillères. Paris 1884.*

91) STEINMANN, G., *Über Jura und Kreide in den Anden. N. J. f. M. 1882, I, 4.*

92) — *Sur la structure géologique des Cordillères de l'Amérique du Sud. Archives des sciences physiques et naturelles XVI, 1886, 262.*

93) — *Mittheilung über die geol. Altersbestimmung der columbianischen Kreideschichten 1892. In* HETTNER, *Kordillere von Bogota S. 39 (siehe No. 107.)*

94) — *Bericht über die von* D. SIEVERS *gesammelten Versteinerungen. In* SIEVERS, *Die Kordillere von Merida. Geogr. Abhandl. v.* A. PENCK, *III, 1888, 36—38.*

95) WHITE, R. B., *Notes on the central provinces of Colombia. Proc. roy. geogr. soc. V, 1883, 249—267.*

96) SCHUMACHER, H. A., *Südamerikanische Studien. Berlin 1884.*
(Enthält zwar keine geol. u. s. w. Untersuchungen und Darstellungen, ist aber wertvoll durch geologisch-bibliographische Zusammenstellungen und Nachrichten über die Entwickelung der Naturwissenschaften und u. A. der Geologie in Colombia, so die Anm. 13, 56, 62, 137, 148, 159 auf den Seiten 433—548.)

97) AQUILAR, F. C., *Estudios sobre las minas del México y de la Colombia. Anal. Instruc. Publica. E. U. de Colombia. Bogota 1884.*

98) LASAULX, A. VON, *Über das Meteoreisen von Santa Rosa, Columbien 1810. Sitz.-Ber. niederrh. Ges. für Natur- u. Heilkunde. 1884, 14—18.*

99) RESTREPO, V., *Estudio sobre las minas de oro y plata de Colombia. Anales de la instrucc. publica, 1884.*

100) — *A study of the gold and silver mines of Colombia. Translated by* C. W. FISCHER, *New York 1886.*

101) HAMMOND, J. H., *The Cauca mining district U.S. of Columbia. Transactions Am. Journ. Mining Engineers. New York 1885, XIII, 133.*

102) KÜCH, R., *Vortrag über Gesteine des Vulkans von Pasto. Z. D. G. G. Gesellsch. 1885, XXVII, 812/3.*

103) — *Petrogr. Mittheil. aus den südamerikanischen Anden. N. J. f. M. 1886, I, 35—48.*

104) Küch, R., *Die vulkanischen Gesteine Colombia's.* W. Reiss und A. Stübel: *Reisen in Südamerika. Geol. Studien in der Rep. Colombia I. Petrographie 1. Berlin 1892.*

105) Hettner, A., *Reisen in Columbien. Verhand. Ges. Erdkunde. Berlin 1885, XII, 281. Globus 1885, XLVIII, No. 11.*

106) —— *Reisen in den columbianischen Anden. Leipzig 1888.*

107) —— *Die Kordillere von Bogotá. Mit Karten und Profilen.* Peterm. *Mitteil. Erg.-Heft 104, 1892.*

108) —— und G. Linck, *Beiträge zur Geol. und Petrographie der columbianischen Anden. Z. D. G. G. 1888, 205—230.*

109) —— *Die Anden des westl. Columbiens.* Peterm. *Mitteil. 1893, 129—136.*

110) —— *Die Sierra Nevada von Santamarta.* Peterm. *Mitteil. 1885, 92—97.*

111) Felix, F., *Untersuchungen über fossile Hölzer. 3. Teil. Z. D. G. G. 1887, XXIX, 522—525, Taf. XXV Fig. 4, 6, 7.*

112) Bruycker, P. de, *Les mines d'or et d'argent de la Colombie. Bull. soc. r. géogr. Anvers 1888, XII, 255.*

113) Sievers, W., *Die Sierra Nevada de Santamarta und die Sierra de Perijá. Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin XXIII, 1888.*

114) —— *Reise in der Sierra Nevada de Santamarta. Verh. Ges. Erdk. Berlin 1886, No. 8.*

115) —— *Über Schotterterrassen (Mesas), Seen und Eiszeit im nördl. Südamerika. Geogr. Abh. von* A. Penck *II, Heft 2, 1887.*

116) —— *Erläuterungen zur geogn. Karte der Sierra Nevada de Santamarta. Zeitschr. Ges. Erdk. Berlin 1888, 442.*

117) Bergt, W., *Beitrag zur Petrogr. der Sierra Nevada de Santamarta und der Sierra de Perijá. Min. petr. Mitt. Wien X, 1888, 271—386.*

118) Engelhardt, H., *Über neue Tertiärpflanzen Südamerikas. Abhandl.* Senkenberg. *naturf. Ges. XIX, 1895, 24—41.*

119) Gerhardt, K., *Beitrag zur Kenntnis der Kreideformation in Columbien. N. J. f. M. B. B. XI, 1897, 118—208. Taf. III—V.*

120) Regel, F., *Reisebriefe aus Colombia. Naturw. Wochenschrift* (Potonié) *XII, 1897, No. 1, 4, 20, 23, 25, 26, 30.* (Nur als Hinweis auf die neueste wissenschaftliche Reise in Colombia angeführt).

Nachtrag:

121) Perrey, A., *Documents sur les tremblements de terre au Pérou, dans la Colombie et dans le bassin de l'Amazone. Bull. (oder Mém.) (?) de l'Acad. royale de Belgique, VII, 1858 (?).*

122) Hoepfner, C., *Über das Gestein des Monte Tajumbina in Peru (Colombia d. V.). N. J. f. M. 1881, II, 164—192.*

123) Saffray, *Voyage á la Nouvelle-Grenade. Le Tour du Monde 1872, II, 81—144 (142—144ff.), 1873, I, 97—144 (106 Muxo); 1873, II, 65—112 (91 und 104ff.).*

124) André, E., *l'Amérique équinoxiale (Colombie, Equateur, Pérou). Le Tour du Monde 1877, II, 1—64; 1878, I, 129—224; 1879, I, 97—144; 1879, II, 273—368; 1883, I, 337—416.*

125) J. Crévaux et E. Lejanne, *Voyage d'exploration à travers la Nouvelle-Grénade et la Venezuela. Le Tour du Monde 1882, I, 225—320.*

126) Crévaux, J., *Voyage dans l'Amérique du Sud. Paris 1883. III. A travers la Nouvelle-Grenade et Venezuela. 379—540.*

(Die der Vollständigkeit wegen unter No. 123—126 angeführten Reisebeschreibungen enhalten kurze gelegentliche geologische und petrographische Bemerkungen oder nur Abbildungen geologisch berühmter Orte).

Geologische Karten.

Geologische Karten von Ganz-Amerika siehe:

J. Marcou and J. B. Marcou, *Mapoteca geologica americana, a catalogue of geological maps of America (North and South) 1752—1881. In: Bull. U. St. Geol. Survey Vol. II, 1884. Bull. No. 7. No. 1—23, S. 19—22.*

Geologische Karten von Südamerika und Colombia sind mit angeführt in:

Uricoechea, E., *Mapoteca colombiana. Coleccion de los titulos de todos los mapas, planos, vistas etc relativos á la América española, Brasil é islas adyacentes. Lóndres 1860, § 7⁰ América meridional en jeneral S. 89—103. — § 10. Nueva Granada S. 118—136.*

1824. Restrepo, J. M., *Mapa de la Provincia de Antioquia en la Republica de Colombia y de sus Minerales etc. Londres.* (Uricoechea, *S. 126, No. 65*).

1839. Degenhardt, C., *Plan-Umgegend von El Quarzo, der Salzquellen und der Goldseifenwerke. (Siehe oben No. 48).*

1841. —— *Carte géologique du district de la Baja, province de Pamplona, Colombie. Monatsber. über Verh. Ges. Erdkunde. Berlin 1842.*

1842. Orbigny, A. d', *Carte de l'Amérique méridionale indiquant ses differentes époques géologiques in „Voyage dans l'Amérique méridionale", t. III, part. 3: Géologie, Atlas pl. X Paris.*

1847. Acosta, J., *Mapa de la Nueva Granada dedicado al baron de* Humboldt. *Enthält: Corte Geológico de los Andes.* (Uricoechea, *S. 128, No. 88*).

1854. 1856. Foetterle, F., *siehe oben No. 75 und 76.*

1856. 1886. Karsten, H., *siehe oben No. 64 und 72.*

1868. Martin de Moussy, *Carte physique de l'Amérique du Sud in: Description géographique et statistique de la Confédération Argentine. 2. éd. Atlas pl. XIX Paris.*

1870. Gonzalez-B., J. M., *Carta geológica de la altiplanicie de Bogotá. Zipaquirá.* (*Nach* Hettner, *Litt. No. 107, 17*).

1888. Sievers, W., *siehe oben No. 116.*

1891. Berghaus' *Physikalischer Atlas I, Geologie, Karte 14 (Geolog. Karte von Südamerika); Text 1892, S. 6, 7 von* G. Steinmann.

1892. Hettner, A., *siehe oben No. 107.*

Kurze Übersicht über das Gebiet.[1])

Die Gebirge des westlichen Colombias bilden ein Glied der gewaltigen, 8000 km langen, durch ganz Südamerika ziehenden Anden. Während man in Ecuador zwei Cordilleren mit dazwischen eingesenkten Längsmulden unterscheidet, die durch vulkanische Massen zum Teil ausgefüllt worden sind, finden wir in Colombia vier durch Längsthäler getrennte Cordilleren. Zu den beiden ecuatorianischen Cordilleren, welche anfangs als West- und Centralcordillere fortsetzen, treten nämlich die Küsten- und die Ostcordillere hinzu. Als Küstencordillere bezeichnet man die verhältnismässig unbedeutende, wegen ihres dichten Urwaldes noch kaum erforschte Gebirgskette, die nördlich der Bai von Buenaventura die pacifische Küste begleitet und durch die Längsthäler des Rio San Juan und des Rio Atrato von der Westcordillere geschieden wird. Die beiden folgenden Hauptcordilleren, welche im Lande selbst Cordillera occidental und central, West- und Mittelcordillere genannt werden, sind die Fortsetzung der ecuatorianischen West- und Ostcordillere. Sie streichen als zwei mächtige Gebirgswälle einander und der Westküste des Kontinentes nahezu parallel von SSW nach NNO. Im südlichsten Teil von Colombia werden sie durch eine Reihe kleiner Hochebenen, weiterhin durch die beiden gewaltigen Längsthäler des Patía- und Caucaflusses voneinander getrennt. Nördlich von 5° nördlicher Breite verschmelzen sie zu dem niedrigern unregelmässig gebauten Berglande von Antioquia, das einen Zug, die Sierra de Abibe bis zum Busen von Darien entsendet, während sich die östlicheren Züge ungefähr unter 8° gegen das nördliche Tiefland verflachen. Ihnen steht die colombianische Ostcordillere oder die Cordillere von Bogotá verhältnismässig selbständig gegenüber. Sie ist nicht etwa eine Fortsetzung der ecuatorianischen Ostcordillere; sie tritt überhaupt erst nördlich von 10° nördlicher Breite auf, zweigt sich nach der gewöhnlichen Darstellung der Lehrbücher und Karten zwischen 1° und 2° nördlicher Breite im Knoten von Pasto von der Centralcordillere ab, verläuft erst eine Strecke als Querstamm nach Osten, um dann nach NNO umzubiegen.

Eine wirkliche Untersuchung dieses Gebietes hat aber überhaupt noch nicht stattgefunden und wird wohl wegen der dichten Waldbekleidung noch lange auf sich warten lassen. Man wird in Wahrheit eher annehmen dürfen, dass sich schon im nördlichen Ecuador an die Ostseite der eigentlichen Anden eine neue Gebirgskette

1) Nach HETTNER, Kordillere von Bogota. Siehe oben No. 107, S. 9—13.

anlegt, aber bei geringer Erhebung von den Flüssen quer durchschnitten wird, dass sie jedoch etwa von 2° nördlicher Breite an höher wird, den Flüssen den Durchtritt nicht mehr gestattet und daher auch äusserlich ein selbständiges Gebirge, eben die colombianische Ostcordillere oder Cordillere von Bogotá, bildet. Mit ihren vordersten Ketten sich wahrscheinlich noch an die Centralcordillere anschmiegend, nimmt sie nach Norden hin an Breite zu. Diese kann unter 4° auf 140 km, also gleich der der Schweizer Alpen, unter 6° auf 230 km, unter 7½° auf 270 km angegeben werden. In der Sierra Nevada von Cocui steigt sie über die Schneegrenze (etwa bis zu 5200 m) an.

Weiter nördlich ist sie nicht mehr ein einheitliches geschlossenes Gebirge, sondern löst sich in mehrere Ketten auf, zwischen die sich Ebenen eindrängen, und wiederholt somit in kleinerem Massstabe die Auflösung, welche die Anden im ganzen erleiden. Als westlichster Arm zieht die Sierra de Perijá nach Norden bis NNO, tritt an die isolirte Sierra Nevada de Santamarta heran und verschwindet mit derselben; zwei mittlere Arme brechen zeitig ab und machen einer Tiefebene Platz, deren Mitte der See von Maracaibo einnimmt; der östlichste, bedeutendste Arm ist die Cordillere von Mérida, die nach NO bis ONO verläuft.

Reiseweg.

Die Reise der Herren Reiss und Stübel beginnt am Westabfall der eben erwähnten Sierra Nevada de Santa Marta im Norden Colombias. Von Barranquilla, dem Ausgangspunkt der den Magdalenastrom hinauffahrenden Dampfer, wird Cartajena und den Schlammvulkanen von Turbaco und Galera Zamba ein Besuch abgestattet. Die Dampfschiffahrt von Barranquilla nach Honda giebt nur ganz selten, beim Anlegen der Dampfer, Gelegenheit zum Beobachten und Sammeln. Dagegen bietet die Cordillere von Bogotá mit zahlreichen Kohlen-, Edelstein- und Erzgruben Veranlassung zu längerem Aufenthalt und zahlreichen Ausflügen.

Während nun Herr Stübel von Ibagué aus den Magdalena weiter nach Süden begleitet, also zwischen Ost- und Mittelcordillere aufwärts zieht, überschreitet Herr Reiss die Mittelcordillere und bewegt sich in gleicher Richtung im Caucathal zwischen West und Mittelcordillere. Beide Herren treffen zwar in Popayan wieder zusammen, aber nicht rechtzeitig, um die Vulkanberge der weiteren Umgebung dieser Stadt gemeinsam besuchen zu können. Das hier beginnende Patíathal wird bis nach

Pasto von den Herren auf verschiedenen Wegen durchwandert: Herr Stübel folgt dem Laufe des Patíaflusses, während Herr Reiss weiter östlich die zahlreichen von Ost nach West verlaufenden Querriegel überschreitet. Eingehendes Studium wird sodann dem vulkanreichen südlichen Colombia an der Grenze von Ecuador gewidmet.

Darnach kommen bei den folgenden Ausführungen wesentlich nur die Ost- und Mittelcordillere Colombias in Betracht.

I. Die Umgebung von Santamarta.

Litteratur über die Sierra Nevada de Santamarta und die nordwestliche Küste von Colombia siehe im Litteraturverzeichnis die Nummern 56, 59, 62, 64, 69, 72, 87, 88, 106, 109, 110, 113—117.

Die in der Umgegend von Santamarta gesammelten Gesteine gehören ohne Ausnahme den krystallinischen Schiefern an und bilden wahrscheinlich hier am nordwestlichsten Ausläufer der Sierra Nevada einen archäischen Schiefermantel um das centrale Granitmassiv der Schneekette. Wenn wir die von den Herren Reiss, Stübel und Sievers gesammelten Gesteine zusammennehmen, so erhalten wir das Bild eines vollständigen krystallinen Urgebirges, welches in der bekannten Weise aus Gneiss-, Glimmerschiefer- und Phyllitzone besteht und zahlreiche untergeordnete Einlagerungen enthält. Unter den Gneissen begegnen wir typischem Biotitgneiss mit normaler Gneissstruktur und körnigem granitähnlichen Gneiss, ferner Muscovitgneissen in verschiedener Ausbildung: einmal mehr körnig, dann typisch schiefrig, endlich glimmerarm, granathaltig granulitartig. Auch normale „weisssteinartige“ Granulite sind vertreten. Von den Glimmerschiefern liegt nur eine dunkle, dem Phyllit sich nähernde Art vor. Ein muscovitschieferähnliches Gestein muss seines Feldspathgehaltes wegen zu den Muscovitgneissen gestellt werden. Indessen drängt sich die Vermutung auf, dass manche der Muscovitgneisse hier wie auch anderwärts zur Glimmerschieferformation gehören. Dagegen ist Phyllit in typischer Ausbildung vorhanden, dünnschiefrig mit glänzender gerunzelter Schichtfläche.

Diese Gesteine bilden das Gerüst, während wir von einer Reihe anderer Gesteinsarten geringere Ausdehnung gewöhnt sind, sie als „untergeordnete Einlagerungen“ in einer der genannten Gruppen kennen. Wenn wir auch von einigen unter ihnen hier in diesem Falle den Ursprung, den geologischen Zusammenhang nicht wissen, so müssen wir sie doch aus Analogie mit anderen Vorkommnissen auf der Erde für Glieder der archäischen Formation halten. Den grössten Anteil scheinen Hornblendegesteine zu nehmen. Denn sie sind reichlich und in der mannigfaltigsten Mineralkombination und Struktur in den drei Sammlungen vertreten wie: körnige Feldspathamphibolite, schiefrige Quarzfeldspathamphibolite, Biotitamphibolit, flasergabbroähn-

licher Saussuritamphibolit, Strahlsteinschiefer, Olivinstrahlsteinschiefer. Sie gehören vermutlich der Gneiss- und Glimmerschieferformation an, während dichte Grünschiefer (Epidot-Aktinolithschiefer) und ein Quarzit der Phyllitformation zuzuweisen sein dürften.

Ein eigentümliches Quarz-Epidotgestein, das stellenweise auch mikroskopischen Strahlstein enthält, ist vielleicht mit den Amphiboliten in geologischen Zusammenhang zu bringen.

Es eröffnet sich so einem genaueren Studium in der Umgebung von Santamarta ein recht interessantes, viel versprechendes altkrystallines Schiefergebirge.

In betreff der Lagerungsverhältnisse sind wir auf die Beobachtungen von Karsten und Sievers angewiesen. Sievers,[1]) der diese Gegend am eingehendsten und im Zusammenhang mit der Sierra Nevada de Santamarta studiert hat, sagt darüber folgendes: Während der weitaus grösste, alle centralen Teile der Nevada umfassende Rumpf des Gebirges ein gewaltiges Granitgebiet bildet, finden wir im Nordwesten Gneisse und krystalline Schiefer. An die Gneisse lehnt sich ein Mantel zu unterst von Glimmerschiefer und Quarzit, darauf Hornblendeschiefer an.

Das in der Sierra Nevada überhaupt vorwaltende, (von Karsten und Sievers übereinstimmend festgestellte) südwest-nordöstliche Streichen beobachtet man auch am Nordwestabhang. Das Einfallen ist gewöhnlich gegen Nordwesten, also gegen das Meer gerichtet und erfolgt in sehr steilen Winkeln bis zu 80°. Doch zeigt sich auf dem Nordwestabhang ausser diesem nordöstlichen auch ein fast entgegengesetztes nordnordwestliches. Das erstere beherrscht die Kette von Taganga, den Südabhang des Gebirges zwischen Gaira und Santamarta und die Klippen am Hafen von Santamarta; endlich folgen dieser Richtung auch die Gneisse von Marmato und Minca. Dagegen scheinen bei Taganga und von dort nach Norden zu andere Verhältnisse, nämlich nordnordwestliche Streichrichtung und Einfall gegen West, also auch gegen das Meer vorzuwalten, was auf grössere Störungen schliessen lässt. Diese Richtung spricht sich in den zahlreichen Buchten (Ancones) und den dazwischenliegenden Halbinseln aus, welche alle gegen NNW gerichtet sind.

Petrographische Bemerkungen.

(Stübelsche Sammlung No. 1—14, Reisssche Sammlung 25 Stück).

Granite und Gneisse.

Biotitgranit und Biotitgneiss. Die Schwierigkeit der Trennung gewisser Granite und Gneisse tritt uns an zwei Gesteinen aus dem Mincabach entgegen. Sie zeigen genau die gleiche

1) Litt. No. 113, S. 42/3, 49.

mineralische Zusammensetzung; während aber das eine wegen seiner makro- und mikroskopischen Eigenschaften unbedenklich den Graniten zugewiesen werden kann, scheint das andere zunächst ebenso deutlich ein typischer Gneiss zu sein. Gewisse Merkmale an ihm berechtigen dazu, es in kausalen Zusammenhang zum ersten zu bringen.

Der Granit ist mittel- bis kleinkörnig, ziemlich glimmerreich, frisch. Nach dem Grade der Beteiligung ordnen sich die Gemengteile: Plagioklas, Biotit, Quarz, Orthoklas. Textur richtungslos hypidiomorphkörnig, Feldspath automorph, Quarz rundlich xenomorph — ein Unterscheidungsmerkmal gegenüber den Gneissen. Die Feldspäthe sind sehr rein und klar, an Einschlüssen arm und lassen zuweilen ausgezeichnete Zonenstruktur erkennen.

Die Zwillingslamellirung des Oligoklases zeigt gewisse Unregelmässigkeiten, an die man vielfach den Verdacht sekundärer Entstehung durch Druck geknüpft hat, eine Frage, deren Erörterung in einem einzelnen Falle unterbleiben muss.

Den ebenfalls recht reinen Quarz durchsetzen scharfe, gerade oder leicht gebogene, scheinbar mit schwarzen Körnchen besetzte Sprünge, welche unter sich parallel sind und in derselben Richtung durch den ganzen Schliff verfolgt werden können.

Am Biotit bemerkt man parallel zu 0P dunkelrotbraune, im Längsschnitt bei starkem Pleochroismus hellgelbe und dunkelgrünlichbraune Farbe.

Nebengemengteile scheinen spärlich vorhanden zu sein; beobachtet wurde Zirkon.

Das zweite in Rede stehende Gestein ist etwas feinkörniger, körnigschuppig mit deutlicher Gneissstruktur infolge von paralleler Anordnung der Glimmerblättchen. In Bezug auf Beteiligung und Eigenschaften der Gemengteile gleicht es dem vorigen. Die Feldspäthe sind teilweise netzförmig getrübt, was schon mit blossem Auge am Schliff beobachtet werden kann, entbehren der regelmässigen rechteckigen Begrenzung, liegen kreuz und quer im Gesteinsgewebe, während die Quarze häufig jene für Gneisse typische Form langgezogener Körner haben. Im gewöhnlichen Lichte einheitlich erscheinende derartige gestreckte Quarze zeigen bei gekreuzten Nicols Aggregatpolarisation oder zerfallen in wenige grössere längliche aneinander gereihte Teile.

Wie am Quarz, so spricht sich namentlich am Glimmer die gneissige Textur aus. Er tritt in schmalen, langen, häufig gebogenen und gewundenen Lamellen auf, an denen die Spaltrisse nicht mehr streng parallel und geradlinig verlaufen, sondern wellenförmig sich nähern und entfernen.

Titanit, im vorigen Gestein nicht beobachtet, tritt hier in fast farblosen, scharf begrenzten, spitzrhombischen Krystallen auf.

Man ist bei der grossen Ähnlichkeit, bei dem gleichen Fundort der beiden Gesteine geneigt, sie als geologisch zusammengehörig zu betrachten. Da aber in dem Gneisse trotz der ausgesprochenen Parallelstruktur alle Anzeichen für deren nachträgliche Entstehung fehlen, bleibt die Möglichkeit übrig, dass das zweite Gestein eine Gneissfacies des ersten ist, dass die Streckung der Quarze und der Glimmer lokal in der noch plastischen Granitmasse durch Druck oder Flussbewegung erfolgte, eine Annahme, zu der man sich als zu der wahrscheinlichsten vielerorts genötigt sah.

Muscovitgneiss (No. 5),[1] körnig-schuppig, glimmerarm. Geröll von der Küste bei Gaira. Mit $^1/_2$ mm grossen hellen Granaten von der Landspitze bei Gaira am Kastell San Vicente. Das Gestein ist mittel- bis kleinkörnig, von weisser Farbe. Es besitzt zwar Parallelstruktur, aber keine eigentliche Schieferung. Die weissen, glänzenden Muscovitblättchen, denen sich wenige dunkle Biotite zugesellen, liegen einzeln zerstreut in angenähert gleicher Richtung. Das mikroskopische

1) Die den Gesteinen in Klammern beigefügten Zahlen entsprechen den Nummern der Stübelschen Sammlung.

Bild dieses Gesteins zeigt namentlich bei gekreuzten Nicols deutlich eine allgemeine Trümmerstruktur. Es fehlt der Form und Anordnung der Mineralkörner jene grössere oder geringere Regelmässigkeit, welche auch in primären krystallinen Schiefern vorhanden zu sein pflegt. Man glaubt vielmehr auf ein grosses Trümmerfeld zu blicken, auf ein Gewirre gewaltsam ineinander geschobener, mit teilweiser Verletzung aneinander geriebener Individuen. Dabei wurden die einen nicht des äusseren Zusammenhanges beraubt, nur Störungen der normalen optischen Verhältnisse, welche sich in fleckigem Polarisieren und huschender Auslöschung, am Quarz auch in lamellenähnlicher Streifung kundgeben, bis zur schärferen Aggregatpolarisation traten ein, wobei aber noch keine Sprünge zu bemerken sind. Andere Körner zerbrachen, zerbarsten in mehrere, ihren ehemaligen Zusammenhang andeutende Stücke, ein feinkörniges Zerreibsel drängte sich zwischen die Trümmer. Diese Darstellung versucht zunächst nur den Eindruck wiederzugeben, den man beim Anblick des mikroskopischen Bildes empfängt. Sie soll dagegen nicht die Behauptung enthalten, dass die geschilderte Textur wirklich in der angedeuteten Weise entstanden sei, um so weniger, als dem Gestein im übrigen die bekannten Zeichen eines durch Druck veränderten fehlen. Diesen Strukturverhältnissen begegnet man ja allenthalben in Gneissen, welche man für normal hält und an die man sich noch nicht mit dynamometamorphischen Erklärungen hinangewagt hat. (Taf. I, Fig. 1.)

Die Gemengteile sind Quarz, recht frischer Feldspath, der vorwiegend Orthoklas zu sein scheint, Muscovit und Biotit in kleinen Fetzen. Ihnen reiht sich nur noch hellroter Granat in einzelnen mikroskopischen Körnchen an.

Mit diesem Muscovitgneiss steht vermutlich ein mehr körniger **Muscovitgneiss**, der stellenweise reicher an grösseren Granaten ist, in Zusammenhang. Er stammt von Garita am Weg von Santamarta nach Gaira.

Einen schuppig-schiefrigen typischen **Muscovitgneiss** hat Sievers bei Gaira gesammelt. Derselbe ist rotgefärbt, ziemlich reich an 4 mm grossen weissen Muscovitblättchen, welche, auf nicht ganz ebenen Schichtflächen ohne Hautbildung verteilt, dem Gestein eine gestrecktflaserige bis schiefrige Struktur verleihen. Quarz, vorwiegend Orthoklas, ganz untergeordnet Plagioklas, und Muscovit sind die Gemengteile. Accessorische Mineralien scheinen ganz zu fehlen. Im Gegensatz zu dem vorigen Gestein bemerken wir hier im Mikroskop zwischen gekreuzten Nicols eine ausgeprägte mörtelartige Trümmerstruktur: zwischen grösseren Quarz- und Feldspathkörnern, welche die Hauptmasse ausmachen, winden sich schmale Streifen feinkörniger Aggregate derselben Mineralien, so dass das Bild etwa einem krystallreichen, äusserst grundmassearmen Porphyr ähnelt (mechanische Porphyrstruktur, Zirkel, Petr. I, 611). Die bei dem vorigen Gesteine geschilderten Erscheinungen berechtigten zur Bezeichnung Trümmerstruktur. (Taf. I, Fig. 2. 3.)

Sprüngen ähnelnde Linien, welche mit winzigen, bei stärkerer Vergrösserung als Flüssigkeitseinschlüsse erkennbaren Körnchen besetzt sind, durchziehen grössere Quarzkörner, Quarzaggregate des ganzen Schliffes in gleicher Richtung. Nur die Feldspäthe bilden merkwürdigerweise eine Unterbrechung, aber keine Störung der Richtung; sie bleiben von den Zügen verschont.

Es ist über diese Erscheinung schon viel geschrieben worden; man hat sie als Wirkungen und Folgen des Druckes aufgefasst (siehe Zirkel, Petrogr. I, 169. 180. 613). Das in Rede stehende Gestein bietet keinen Anhalt zu weiteren und abweichenden Erörterungen dieser Frage.

Der Feldspath ist etwas körnig getrübt, zeigt aber noch deutlich Polarisationsfarben, Zwillingsstreifung, Auslöschungsschiefe, welche, soweit sie symmetrisch zu den Zwillingsnähten gemessen werden konnte, auf Albit deutet, und entbehrt wie der Quarz sonstiger Einlagerungen.

Muscovitgneiss (No. 4), glimmerarm bis -frei, granulitartig, am Weg von Santamarta nach Gaira; soll aus dem später zu erwähnenden dunklen Glimmerschiefer von diesem Orte stammen. Feinkörnig, weiss, granathaltig, am Handstück ohne Parallelstruktur und Schichtung. Mit dem blossen Auge erkennt man eben noch Feldspath und Quarz als Hauptgemengteile. Hellrote bis $^{1}/_{2}$ mm grosse Granatkörnchen sind spärlich eingestreut, reichern sich aber stellenweise an. Das Handstück lässt zahlreiche, sich schneidende Druckklüfte erkennen und bricht demgemäss in kantige, stengelige Stücke.

Die mikroskopische Untersuchung ergiebt bei kleinerem Korn ähnliche Texturverhältnisse wie der körnig-schuppige Muskovitgneiss von Gaira, mechanische Porphyrstruktur. Damit steht auch die ausserordentlich rissige Beschaffenheit der Granatkörner im Einklang. Es muss dahingestellt bleiben, ob das Gestein nur eine granulitähnliche Ausbildung eines Muscovitgneisses ist, wie man solche zuweilen in Gneissgebieten antrifft, oder ob es einen wirklichen, geologisch selbständigen Granulit darstellt, für den man es unbedenklich halten könnte. Für die erstere Annahme spricht der Umstand, dass in dem Präparat eines anderen ähnlichen Handstückes Muskovit, welcher im allgemeinen dem Granulit fremd ist, in ziemlicher Menge vorhanden war.

Granulitähnlich ist auch ein Gestein (No. 11), das als Geröll im Mincabach bei Santamarta gefunden wurde. Granat fehlt ihm freilich vollständig. Makroskopisch ist es dicht, von heller, graulich-, bläulich- und grünlich weisser Farbe. Es entbehrt der Schieferung, zeigt Parallelstruktur nur schwach angedeutet durch aussetzende, federstrichähnliche schwarze und grüne Linien, Striche und Schmitzchen.

Die Bestandteile können erst u. d. M. erkannt werden. Es sind Quarz, unverzwillingter Feldspath, beide in gestreckten, zuweilen recht lang ausgezogenen Körnern, alle parallel nach einer Richtung liegend und rundlichen, meist buchtigen Grenzen versehen. Einzelne grössere Quarze und Feldspäthe zeigen die gleiche längliche Gestalt, sind mit ihrer Längsaxe in demselben Sinne gelagert und lassen die buchtigen Umrisse noch ausgeprägter erkennen. Auffallend ist ihre huschende Auslöschung, die man dann auch an den kleineren Körner feststellen kann. Den Feldspath unterscheidet man leicht durch eine schwache Trübung vom sehr reinen Quarz, der nur winzige mit spielenden Libellen versehene Flüssigkeitseinschlüsse enthält.

Die mit unbewaffnetem Auge am Handstück erkennbare Liniierung wird durch schmale, in die allgemeine Streckungsrichtung fallende Muscovitfetzen, dunkelbraune Biotit- und Chloritfasern und Epidotkörner hervorgebracht, welche sich zwischen den anderen Gemengteilen hindurch winden. Dabei entstehen zusammenhängende scharfe Strähne, die recht an die als Druck- und Gleitspuren bekannten Erscheinungen erinnern. Die oben erwähnte, fast allgemeine undulöse Auslöschung der Feldspäthe und Quarze, die hier bei einem krystallinen Schiefer nicht auf Spannungen, bei der Erstarrung entstanden, zurückgeführt werden kann, erhält so ein Seitenstück. Freilich giebt dieses, typischen krystallinen Schiefern gleichende, gleichmässig aufgebaute Gestein keinen weiteren Anhalt zu Deutungen, wie solche später bei Vorkommnissen am Huila möglich sind.

Im mikroskopischen Bilde besteht aber noch eine viel feinere Streifung. Das Präparat ist von zahlreichen unterbrochenen, auf die gleiche Weise hervorgebrachten Linien durchzogen; zuweilen biegen sie, mikroskopische Schichten darstellend, aus, zeigen eine Aufwölbung im kleinsten Massstabe, oder sie werden an feinen senkrecht zu ihnen durchsetzenden Sprüngen geschleppt. Denselben Bedingungen folgen dann auch die Quarz-Felspathlagen.

An accessorischen Mineralien wurden nur einige Zirkone und lichtgelbliche runde Körnchen (Epidot?) bemerkt. Granat fehlt ganz.

Bei Betrachtung des Dünnschliffes im reflektierten Lichte fällt eine strichweise, wie Scharen von Linien aussehende, quer zur Parallelstruktur verlaufende weisse Trübung auf. Im Mikroskop ergiebt sich als Ursache hierfür eine massenhafte Anhäufung von Flüssigkeitseinschlüssen, welche Quarz wie Feldspath gleichmässig betreffen.

Dunkler phyllitähnlicher Glimmerschiefer am Pass von Garita am Weg von Santamarta nach Gaira, hier herrschendes Gestein. Dunkel schmutzig bräunlichgrau, dünnschiefrig, auf den Schichtflächen feinblättrig, schwach glänzend, stellenweise leicht gerunzelt, mit zerstreuten Granaten, welche die Schieferhäute zu kleinen Buckeln aufwölben. Seiner petrographischen Beschaffenheit, besonders der Korngrösse nach muss das Gestein noch als Glimmerschiefer bezeichnet werden. Wahrscheinlich gehört es den Grenzschichten nach der Phyllitzone hin an. Mikroskopisch stellt es ein Gemenge von Quarz, wenig Feldspath, viel grünbraunem Glimmer, zurücktretendem Muscovit, Erzkörnern, vereinzeltem Granat, häufigem Turmalin in kleinen Prismen, Zirkon dar. Feldspath und Quarz erscheinen in rundlichen oder vieleckigen isometrischen, seltener länglichen, recht reinen Durchschnitten. Flüssigkeitseinschlüsse fehlen meist im Quarz, dagegen beherbergt er Glimmereier mit anhaftenden Erzkörnchen. Auch grössere „porphyrische" gestreifte Feldspäthe treten auf. Ihnen ist immer eine unregelmässige buchtige Umrandung mit eingreifenden Körnern der umgebenden Gesteinsmasse eigen. Der Glimmer zeigt unregelmässige buchtige und gelappte Gestalt, ist mit den helleren Mineralien verwoben, aber auch in grösseren der Schichtung parallelen oder quer zu derselben gestellten Blättchen eingestreut. Winzige staubförmige oder grössere Erzkörner reichern sich stellenweise an.

Glimmeriggläzender Phyllit (No. 1) am Pass von Garita am Weg von Santamarta nach Gaira. Silbergrau, auf den Schichtflächen stark glänzend, stark gefältelt und gerunzelt; die Runzeln halten die gleiche Richtung inne und zeigen übereinstimmend eine steile und eine flach abfallende Seite. Mit vielen Quarzadern.

Im Mikroskop verhüllt staubartige kohlige Substanz den Untergrund; an lichteren Stellen kommt ein Mosaik von Quarz und Feldspath mit spärlichem lichtgrünem Chlorit hindurch. Turmalinsäulen wurden auch hier reichlich bemerkt.

Hornblendegesteine.

Ihrer mineralogischen Zusammensetzung nach sind zu unterscheiden:

1) Feldspath- und Quarz-Feldspathamphibolit,
2) Biotitamphibolit,
3) Saussuritamphibolit, flasergabbroähnlich (umgewandelter Gabbro?),
4) Strahlsteinfels,
5) Olivinstrahlsteinfels.

Feldspathamphibolit von der Landspitze bei Gaira. Feinkörnig, dunkelgrün; mit blossem Auge nur Hornblende als Bestandteil erkennbar. U. d. M. besteht das Gestein vorwiegend aus quergegliederten, in der Grösse wenig schwankenden Säulen von grüner Hornblende, welche durchaus automorph sind, kreuz und quer liegen, scharfe Begrenzung zeigen und geschlossene Umrisse haben. Die Enden der Säulen sind nach aussen gerundet, die Seitenlinien, obwohl die schlanke

Säulenform ausgezeichnet gewahrt ist, nicht scharf geradlinig, sondern ebenfalls leicht gebogen. Mit den Fingerspitzen ausgestreuten Krümeln gleichen in ihrer Anordnung kleine Erzkörner, die hier dichter, dort spärlicher gesät sind, ebenso schwach gelbliche runde Epidotkörner, sie treten wegen ihrer hellen Farbe weniger hervor.

Die Amphibolsäulen liegen an manchen Stellen dichter, andernorts lockerer und dann kommt der im gewöhnlichen Lichte klare und wasserhelle Untergrund deutlicher zur Erscheinung. Er besteht aus runden und abgerundet eckigen Körnern von Quarz und unverzwillingtem Feldspath (Albit?), welche in der Grösse von dem Amphibol wenig abweichen.

Wegen des interessanten Strukturgegensatzes zum vorigen Gestein möge hier ein **Feldspathamphibolit** erwähnt und beschrieben werden, der von Sievers im Rio Córdoba gesammelt wurde und welcher jedenfalls aus dem gleichen krystallinen Gebirge stammt; denn der Rio Córdoba ebenso wie die bei Santamarta und Gaira mündenden Flüsse kommen von der Horqueta.

Das Gestein ist klein- bis feinkörnig, von dunkler Gesamtfarbe. Mit blossem Auge unterscheidet man gelbliche und weisse Körner von Feldspath, welche mit solchen von schwarzer Hornblende regelmässig abwechseln. Die mikroskopische Textur, welche in Fig. 1 auf Taf. II wiedergegeben wurde, zeichnet sich durch grosse Regelmässigkeit und die ganz gleiche Ausbildung der Gemengteile aus. Hornblende sowohl wie der gegenüber Quarz vorwiegende Feldspath stellen ein Mosaik xenomorpher, krystallographischer Begrenzung entbehrender Körner dar, wobei aber die Hornblende im allgemeinen säulenförmige Gestalt bewahrt und mit ihrer Längsrichtung angenähert parallel gestellt ist. Sie ist stark pleochroitisch, bräunlichgrün—hellgelb, entweder ganz frei von Einlagerungen oder massenhaft von schwarzen staubförmigen Körnchen erfüllt. Die letzteren verbreiten sich über das ganze Amphibolindividuum, besetzen nur Teile desselben oder häufen sich besonders in der Mitte gern an. Bei stärkerer Vergrösserung erkennt man parallel zu c geordnete farblose, stark lichtbrechende Körnchen und Stäbchen oder ebenso geformte, undurchsichtig bleibende, langgestreckte, nadelförmige Gebilde. Auffällig treten scheinbar senkrecht zu c verlaufende scharfe Sprünge hervor. Mustert man aber den Schliff, dann bemerkt man, dass dieselben keine gesetzmässige Lage zur Hornblende haben, sondern zum Gestein. Sie gehen durch das ganze Präparat in paralleler Richtung und schneiden die Hornblenden, gleichviel wie diese sich darbieten. Der Verlauf der Risse steht ungefähr senkrecht zur allgemeinen Längsanordnung der Hornblenden.

Die Räume zwischen den Amphibolkörnern nehmen meist gestreifte Feldspäthe ein, entweder ein einziges Individuum oder ein Aggregat. Sie sind sehr frisch und rein. Betrachtet man sie genauer, so zeigen auch sie sich von Sprüngen durchsetzt, freilich nicht in so hervortretender Weise wie die Hornblende. Ein lückenloses Hinübersetzen der Risse aus der Hornblende in Feldspath und umgekehrt kann häufig beobachtet werden. Oft verlieren sie sich im Feldspath. Auch unverzwillingter Feldspath, der vielleicht dem Albit angehört, kommt vor. Quarz tritt zurück, dagegen ist Apatit in grösseren Körnern vorhanden, welche zuweilen randlich in die Hornblende hineinwachsen. Schwarze Erzkörner entbehren selten eines recht schönen Hofes von wasserhellem Titanit; auch allein kommt letzteres Mineral vor.

Ein **Biotitamphibolit** aus dem Mincabach ist dickschiefrig, im Handstück mehr massig erscheinend. Der dunkelgrauen, feinkörnigen Gesteinsmasse sind zahlreiche kleine rotbraune Glimmerblättchen eingestreut.

Im Dünnschliff wird der Amphibol mit einem ziemlich hellen bräunlichen Grün durchsichtig.

Seine parallelbegrenzten langsäulenförmigen oder unregelmässig gelappten Individuen erfüllt häufig jener oben erwähnte schwarze Staub. Der Glimmer hat eine rotbraune Farbe und ist in lamellierten Schnitten parallel c ausserordentlich pleochroitisch. Die Farbentöne gehen beim Drehen des Tisches aus einem der Farblosigkeit nahen Hellgelb in ein tiefes Braunrot über. Recht kräftige, lichtgelbe Rutilsäulen sind ihm ohne gesetzmässige Anordnung eingelagert. Beiden Mineralien, Hornblende und Glimmer, fehlt hier jene regel- und gleichmässige Verteilung, die besonders schön in den vorigen Gesteinen vorhanden war. Sie verwachsen gern miteinander oder finden sich tümpelartig angehäuft. Die übrige Gesteinsmasse setzen nahezu isometrische runde Körner von Quarz, unverzwillingtem und gestreiftem Feldspath zusammen.

Flasergabbroähnlicher Saussuritamphibolit (No. 7—9) bildet die Landspitze, welche den Hafen von Santamarta gegen Norden begrenzt, und findet sich nach Sievers auch am Fort San Antonio bei Santamarta. Die Verschwommenheit der Gemengteile, welche den Saussuritgesteinen in Form und Farbe eigentümlich ist, bemerken wir auch hier. Im allgemeinen treten weisse, schmutzig gelbliche und grünliche, sich auskeilende Lagen von Saussurit mit solchen von schmutzig braungrüner Hornblende zu einer flaserigen Struktur zusammen. An Handstücken, welche mit stark erodierter Oberfläche versehen sind, ragen die widerstandsfähigeren Saussuritpartien höckerig oder riffartig aus der bedeutend vertieften dunklen Hornblendeumgebung hervor. An anderen Handstücken sind die Lagen dünner und breiter, so dass eine gestreckt flaserige bis lagenförmige Struktur entsteht. Diese Ausbildung leitet zugleich hinüber zu Strahlsteinschiefern, in denen das Saussuritmineral zurückgedrängt ist und lichtgrüne, auch blaugrüne, seidenglänzende Hornblende überwiegt. Die mikroskopische Untersuchung des grobflaserigen Saussuritamphibolites ergiebt nun folgendes: Die beiden Hauptgemengteile, lichtgrüne Hornblende und stark mit Epidot durchwachsener Plagioklas (Saussurit) bilden jeder für sich mit Ausschluss des anderen die schon äusserlich geschilderten Lagen. Die Hornblende tritt bald in breiten kompakten, seitlich scharf, am Ende unregelmässig begrenzten grösseren Säulen auf, welche richtungslos durcheinander liegen. In dem grobflaserigen Gestein bildet oft ein einziges Individuum eine Flaser. Bald ist der Kern kompakt, seitlich und am Ende tritt eine Zerfaserung ein, bald wieder schmiegen sich schmale Nadeln und Faserbüschel dicht oder lose aneinander, endlich kommen auch Aggregate xenomorpher rundlicher Hornblendekörner vor.

Die Farbe ist ziemlich hell und schwankt zwischen bläulichgrün, braun und fast farblos. Dabei sind oft verschiedene Farbentöne an ein und demselben Individuum unvermittelt vorhanden; in helleren Säulen sitzen dunkle Flecken, in dunklen Körnern hellere, ganz farblose, letztere so scharf begrenzt, dass man eine Einlagerung von Quarz oder Apatit vermutet. Zwischen gekreuzten Nicols ergiebt sich aber Einheitlichkeit der Substanz. Auch stofflich scheinen die verschieden gefärbten Hornblenden nicht wesentlich abzuweichen. Denn es wurden bei allen die gleichen Auslöschungsschiefen bis zu 18°, 20° auch 24° gemessen.

Einige Schwierigkeit bereitet die Deutung des Minerales, welches die hellen Flasern des Gesteines zusammensetzt. Bei der Musterung derselben im Schliff treten zunächst solche Stellen entgegen, welche ganz aus einem Aggregat von farblosen, stark lichtbrechenden Körnern und Nadeln bestehen. Andernorts, wo diese Dinge nicht so dicht liegen, leuchtet zwischen + Nic. ein grosses einheitliches Korn schön gestreiften Plagioklases (Labradorits) hervor, in den das erste Mineral eingelagert ist. Dabei liegen die Nadeln desselben meistens parallel zur Streifung des Feldspaths. (Siehe Taf. V, Fig. 2. 3). Man ist vorerst geneigt, das stark lichtbrechende Mineral für Zoisit zu halten, obwohl die demselben eigenen breiteren Säulen und die geringe Doppelbrechung fehlen. Dagegen

sprechen die schiefe Auslöschung und die kräftigen Polarisationsfarben, welche hier merkwürdiger Weise nicht das am Epidot gewohnte Rot und Gelb, sondern allenthalben ein tiefes Blau zeigen, für Epidot.

In feinerkörnigen Arten des Gesteines vom Fort bei Santamarta, el Morro gegenüber, besteht das weisse trübe Mineral aus einem dichten Aggregat sehr kleiner Epidotkörner, das zweifellos Pseudomorphosen nach Feldspath darstellt.

In auffälliger Weise passt BECKE's[1]) Beschreibung der grobflaserigen Zoisitamphibolite vom Loisberg auf unsere Gesteine. Erstere sind mit Gabbro und Serpentin verbunden und gehen in Amphibolite mit lichter Hornblende über. Letztere sind auch in unserem Gebiet vorhanden. Sie bilden mit den Saussuritamphiboliten die Landspitze am Fort gegenüber El Morro. Sie sind dünnschiefrig, erscheinen wie gestreckt. Am Handstück bemerkt man schmutzig weisse und blaugrüne seidenglänzende faserige Stellen. U. d. M. bestehen sie aus einem gröberen regellosen Aggregat farblosen und hellgrünen Strahlsteines, der in breiteren, am Ende wie faserig abgebrochenen Körnern, in längeren Säulen und endlich als feiner Nadelfilz ausgebildet ist. Eingestreut finden sich grünlich blaue, dem Glaukophan sich nähernde schlanke Hornblendenadeln. Epidot tritt hier ganz zurück.

An dem oben beschriebenen Saussuritamphibolit deuten makroskopisches Aussehen wie mikroskopische Beschaffenheit darauf hin, dass wir es nicht mit ursprünglichen Gesteinen zu thun haben. Obwohl die Hornblende keinerlei sichere Zeichen einer sekundären Entstehung aus Augit oder Diallag an sich trägt, hält der Verfasser das in Rede stehende Gestein für umgewandelten Gabbro. Nur deshalb, weil Gabbro und Übergänge desselben in Amphibolite unter den Gesteinen fehlen, an der Hand des Materials überhaupt kein sicherer Beweis für obige Annahme beigebracht werden konnte, wurde die Bezeichnung „Flasergabbroähnlicher Saussuritamphibolit“ als am meisten zutreffend gewählt. Weiteren Untersuchungen, gegebenenfalls dem Auffinden von Gabbro und Übergängen zu unserem Gestein an diesem Ort muss es überlassen bleiben, die Annahme zu bestätigen oder zu widerlegen.

Als Stütze für des Verfassers Ansicht könnte angeführt werden die schon angedeutete Gleichartigkeit der Verhältnisse hier und in Schlesien wie an noch vielen anderen Orten, ferner die Thatsache, dass auf der venezolanischen Halbinsel Paraguaná, deren krystallines Gebirge vielleicht eine östliche Fortsetzung desjenigen der Sierra Nevada de Santamarta ist, ausserordentlich mannigfaltige Gabbrogesteine mit zweifellos sekundären Übergängen zu Saussuritamphiboliten vorkommen, wie an anderer Stelle ausführlich geschildert werden soll.[2])

Olivinstrahlsteinfels (No. 13, 14) aus dem Bache bei Minca. Ein mehr massiges als schiefriges Gestein. Mehrere Handstücke zeigen makroskopische Verschiedenheiten. Die einen sind mehr gleichmässig schwarz, andere undeutlich flaserig, indem um schwarze körnige Partien hellere glänzende, aus Fasern und Blättchen bestehende sich herumwinden. Die ersteren können sehr zurücktreten und es überwiegt dann das hellere, fast seidenglänzende Mineral.

U. d. M. ergeben sich Olivin und farbloser, wasserheller Strahlstein neben wenig Erz als einzige Gemengteile. (Taf. II, Fig. 4.) Der erstere kommt nie mehr in grösseren einheitlichen Krystallen vor, sondern immer in jenen bekannten, durch ein Netzwerk von Sprüngen getrennten

1) F. BECKE, Die Gneissformation des niederösterr. Waldviertels. Min. Petr. Mitt. 1882, IV, 309.
2) Vorläufige Mitteilung siehe: BERGT, Zur Geologie von San Domingo. Abh. Isis, Dresden 1897, II, 61.

Körnern, welche allerdings einem Individuum angehört haben. Der Strahlstein erscheint in wirr durcheinander liegenden, scharf quergeteilten Säulen und Faserbüscheln. Ausserordentlich scharfe Querschnitte desselben lassen Prisma und Spaltungswinkel der Hornblende erkennen. Seltener findet sich das Orthopinakoid ausgebildet. Zwillinge nach der oben erwähnten Fläche wurden vereinzelt beobachtet.

Mit lichtgrünem Serpentin ausgekleidete Sprünge setzen öfter über einen grösseren Teil des Schliffes durch alle Gemengteile hindurch. Als auffallend muss die verhältnismässige Erzarmut des Gesteines bezeichnet werden. Zwar hat sich Erz längs der Serpentinadern angesiedelt, aber bei weitem nicht in dem Masse, wie man es in derartigen Gesteinen sonst gewöhnt ist. Das Gestein unterscheidet sich dadurch auch sehr von einem äusserlich recht ähnlichen sächsischen Vorkommnis, dem Olivinstrahlsteinfels im Gebiet der oberen Biotitgneissstufe des Freiberger Gneisses,[1]) welcher sehr reich an grösseren, durch massenhafte Erzkörner schwarz gefärbten Olivinen ist.

Der Umstand, dass der Strahlstein den Olivin durchspiesst, mit den Resten des letzteren innig verwoben ist, lässt an seine sekundäre Entstehung denken, welche auch Sauer bei dem Gestein von Freiberg annimmt. Andere Mineralien, wie Augit, denen er seine Entstehung verdanken könnte, waren nirgends aufzufinden.

In Präparaten der helleren Gesteine vermag man spärliche Olivinreste oft erst nach langem Suchen zu entdecken. Seine frühere reichlichere Anwesenheit deuten aber Häufchen von Erz an.

Grünschiefer (Epidot-Aktinolithschiefer) (No. 6), am Schieferberg nördlich von der Stadt Santamarta zwischen Taganga und Santamarta.

Dichtes, deutlich schiefriges, matt graugrünes Gestein.

Die Hauptmasse besteht aus einem Filz entweder parallel gelagerter oder wirr durcheinander liegender Aktinolithnadeln und rundlichen kleinen und grösseren lichtgelben Epidotkörnern. Weisse schon am Handstück erkennbare Partien werden aus runden Quarzkörnern oder aus einem gleichmässigen Gemenge von Quarz und Calcit gebildet, von denen der letztere gern skelettartig von Quarzkörnern durchwachsen und teilweise unterbrochen wird. Aktinolith und Epidot sind hier nur spärlich vorhanden. Blätter von hellgrünem chloritartigem auch von braunem Glimmer spielen eine untergeordnete Rolle, ebenso Erz, das meist in Brauneisen zersetzt ist.

Nur aus Aktinolith und Epidot besteht ein hierher gehöriges Gestein vom Fort bei Santamarta, El Morro gegenüber (Sammlung Sievers). Der Epidot tritt aber in Form von sehr feinkörnigen grauwolkigen Partien auf. Das mikroskopische Bild dieses Grünschiefers gleicht dem des Bräcka genannten Amphibolites von Dannemora.

Quarz-Epidotschiefer (No. 12) aus dem Mincabach bei Santamarta. Das Gestein hat Ähnlichkeit mit einem mehr massigen Quarzit. Das Aussehen wechselt am Handstück, gelbe fettglänzende Stellen lassen keine Mineralkörner erkennen, sie gleichen vielmehr krystallinen Schiefern wie etwa manchen Granuliten mit verflössten Elementen. Daneben treten weisse und weiss und dunkel gefleckte körnige Partien auf. U. d. M. ergeben sich als vorwiegende Gemengteile Quarz und Epidot, in geringer Menge lichtgrüne bis farblose feinstengelige Hornblende, Augit (?), Titanit, wenig Erz, das meist schon in Brauneisen zersetzt ist. Wie schon das Präparat dem blossen Auge deutlich zeigt und wie Taf. II, Fig. 5. 6 wiederzugeben versucht, besitzen die beiden Hauptbestandteile

2) Erläut. z. sächs. geol. Specialkarte, Heft 80, S. 27.

Quarz und Epidot eine sehr regelmässige, für den Epidot seltene Anordnung. Es wechseln hauptsächlich aus Quarz bestehende helle Lagen mit solchen aus Epidot zusammengesetzten trüben undurchsichtigen streifenweise ab, wodurch eine ausgezeichnete Parallelstruktur entsteht. Wegen der starken Lichtbrechung hebt sich der Epidot scharf vom Quarz ab. Während letzterer im allgemeinen rundliche unregelmässige Durchschnitte zeigt, besitzt der Epidot grössere Mannigfaltigkeit in der Form. Einmal legen sich ebenfalls unregelmässig gestaltete oder dicken Säulen ähnliche Körner dicht aneinander zu langen Streifen, weiterhin tritt er gern in skelettartigen, von runden Quarzkörnern durchwachsenen und teilweise unterbrochenen Fetzen auf, endlich ist er andernorts gut und scharf krystallographisch begrenzt, langsäulenförmig, an dem einen Ende zugespitzt durch das Prisma. Merkwürdig ist an ihm das Fehlen des Pleochroismus und die häufig auftretenden tiefblauen Polarisationsfarben wie im Saussuritgabbro. Recht reichlich sind winzige Flüssigkeitseinschlüsse in ihn eingelagert. Dieselben erscheinen an dicken Stellen des Schliffes wie dunkle Wolken, welche ganze Epidotpartien in gleicher Richtung und immer quer zur Längsausdehnung der Lagen unter einem 90° genäherten Winkel durchziehen, aber sich nie in den Quarz fortsetzen. Ganz unregelmässig sind die Hornblendenadeln und Häufchen, aus abgerundeten grauen Titanitkörnchen bestehend, verteilt.

Ob dem eben beschriebenen Gestein ein von Žujović [1]) als eigentümlicher Talkschiefer angeführtes Gestein entspricht, kann nicht entschieden werden. Dasselbe, von Santamarta stammend, „schiefrig, graulichgrün, wenig glänzend, makroskopisch homogen und aphanitisch, besteht zu $^{3}/_{4}$ aus Epidot und Titanit (Talkschiefer!), ferner aus Talk, Sericit und Quarz."

Ein **Quarzit** (Sammlung Sievers) aus dem Mincabach, welcher recht hübsche mikroskopische Zirkonkrystalle enthält, wurde an einer anderen Stelle beschrieben.[2]) Es bleiben nur noch zu erwähnen ein Gangquarz von Gaira, der aus sehr reinen, miteinander verzahnten Quarzkörnern besteht und mikroskopisch wenig unreinen lichtroten Granat enthält, und eine **Rauchquarzbreccie** (No. 3), von einem Block am Wege Santamarta—Gaira stammend. Rauchschwarze pechglänzende Quarzbrocken werden durch weissen zuckerkörnigen Quarz verkittet. Die ersteren stellen u. d. M. einheitlich polarisierende Bruchstücke dar, welche ihre Farbe durch massenhaft eingelagerte schwarze Körnchen und Fetzen (Kohle) erhalten. Die weisse verkittende Masse der Breccie besteht aus zahnig verbundenen Körnern reinen Quarzes.

II. Die Schlammvulkane von Turbaco und von Galera Zamba.

Ausser jungen fossilführenden Sedimenten, welche anderweit bearbeitet werden, liegt von der Nordküste zwischen der Sierra Nevada und Cartagena nur ein gemengter (polygener) Kalksandstein (Nr. 15) vor, der am Coral de San Luiz bei Tubará zwischen Baranquilla und Cartagena ansteht.

1) Litt. No. 90, S. 69. 2) Litt. No. 117, S. 365.

Er ist mittelkörnig, dunkelgrau, weiss und rot gefleckt, mit 7 mm grossen perlmutterglänzenden Muschelschalentrümmern, zahlreichen weissen $2\frac{1}{2}$ mm messenden Kaolinklümpchen versehen. Mikroskopisch findet man ausserdem Quarz und zwar dacitischen Quarz, rein und mit schönen Glaseinschlüssen, Quarz mit Zügen von Flüssigkeitseinschlüssen und Rutilnadeln, getrübten Feldspath und Perthit aus älteren Gesteinen, glasig frischen Plagioklas, ganz frische Hornblende und ebensolchen Biotit aus Andesiten, endlich zersetzte faserige dunkle Mineralien. Der Kitt ist Kalkspath in reinen rundlichen Körnern.

Über die geologische Beschaffenheit des oben bezeichneten Küstengebietes möge das von Karsten Gesagte angeführt werden:

„Im Gegensatz zum krystallinen Gebiet der Sierra Nevada begrenzen bis Cartagena niedrige, aus tertiären und neuesten quaternären Ablagerungen bestehende Ketten die Küste des Caraibischen Meeres. Bis 2 m mächtige Kalkschichten, durch Anhäufung von Korallen und Muscheln gebildet, wechseln mit Sanden und Mergeln, in denen Bänke und Lager eines dichten thonigen Kalkes liegen. (Karsten, Litt. No. 72, S. 23.) — „Die tertiären Schichten von Cartagena setzen sich nach Osten zu bis ins Magdalenathal fort. Hier liegen sie zum Teil horizontal oder fallen wenig nach Osten oder teilweise unter einem Winkel von 60—70° nach Südosten.“ (Ebenda S. 25.)

Die Schlammvulkane.

Litteraturverzeichnis No. 5, 6, 19, 55, 61, 62, 64, 72, 74, 77.

An der Nordwestküste von Colombia liegen zwei Gruppen von Schlammvulkanen, die eine NNÖ von der Küstenstadt Cartagena auf der Halbinsel Galera Zamba (Skizzen aus dieser Gruppe nach Zeichnungen des Herrn A. Stübel siehe S. 25), die andere etwa 60 km südlich hiervon, 26 km südöstlich von Cartagena bei Turbaco.

Diese Schlammvulkane von Neu-Granada haben begreiflicherweise schon frühzeitig die Aufmerksamkeit der Forscher gefesselt. Humboldt besuchte sie im Jahre 1801 mit Bonpland und beschreibt sie ausführlich im Kosmos. Zur Charakteristik derselben und zur Hervorhebung der Fragen, welche sich sofort daran knüpften, mögen einige Stellen aus dem Kosmos wörtliche Wiedergabe finden:

„In der Umgebung von Turbaco erheben sich an einem öden Platze mitten im Urwalde die Volcancitos, 18—20 an der Zahl. Die grössten der Kegel, von schwarzgrauen Letten, haben 18—22 Fuss Höhe und wohl 80 Fuss Durchmesser an der Basis. Auf der Spitze jedes Kegels ist eine zirkelrunde Öffnung von 20 bis 28 Zoll Durchmesser, von einer kleinen Schlammmauer umgeben. — Das Gas steigt mit grosser Heftigkeit empor, in Blasen, deren jede, nach meiner Messung in graduierten Gefässen 10—12 Kubikzoll enthält. Der obere Teil des Trichters ist mit Wasser gefüllt, das auf einer dichten Schlammdecke ruht.“

„In dem aufgestiegenen, zweimal mit vieler Vorsicht gesammelten Gas verlosch augenblicklich eine brennende, sehr dünne Wachskerze, ebenso ein glimmender Holzspan. Das Gas war nicht zu

entzünden. Kalkwasser wurde durch dasselbe nicht getrübt, es fand keine Absorption statt. Durch nitröses Gas auf Sauerstoff geprüft, zeigte dieses Gas in einem Versuch keine Spur des letzteren." [1]) Danach hält HUMBOLDT das Gas für Stickstoff, das mit einer kleinen Menge von Wasserstoff gemischt sein könnte. Er bedauert, dass damals (1801) noch keine Methode bekannt war, in einem Gemenge von Stickstoff und Wasserstoff das Verhältnis der Mischung numerisch zu bestimmen. Eine solche wurde erst vier Jahre später von GAY-LUSSAC und HUMBOLDT aufgefunden. HUMBOLDT stellt die Frage: „Sollte unter den Volcancitos derselbe Kohlenschiefer liegen, den ich westlicher am Rio Sinu



Schlammvulkane von Cienaga de Tigre bei La Boca



Schlammvulkan von Totumo bei Galera Zamba

gesehen, oder Mergel und Alaunschiefer? Sollte atmosphärische Luft in durch Wasser gebildete Höhlungen auf engen Klüften eindringen und sich im Kontakt mit schwarzgrauen Letten zersetzen wie in den Sinkwerken im Salzthon von Hallein und Berchtesgaden, wo die Weitungen sich mit lichtverlöschenden Gasen füllen?" [2])

Erst 50 Jahre später hat sich wieder ein Forscher wissenschaftlich mit den Schlammvulkanen von Turbaco beschäftigt, ACOSTA. Er machte die merkwürdige Beobachtung, dass (wovon zu

1) Kosmos, IV, 258/9. 2) Ebenda 512 Anm. 71.

HUMBOLDTS Zeit keine Spur vorhanden war) die Kegel einen bituminösen Geruch verbreiten, dass etwas Erdöl auf der Wasserfläche der kleinen Öffnungen schwimmt und dass man auf jedem der Schlammhügel das ausströmende Gas entzünden kann.

„Deutet dies," fragt ACOSTA, „auf eine durch innere Processe hervorgebrachte Veränderung des Phänomens, oder ganz einfach auf einen Irrtum in den früheren Versuchen?" HUMBOLDT weist das letztere entschieden zurück und vermutet, gestützt auf das Beispiel der Schlammvulkane der Halbinsel Taman, eine Änderung in der Zusammensetzung, in dem Mischungsverhältnis der beiden Gase Stickstoff und Wasserstoff. (Siehe darüber Kosmos IV, 260 und Anmerkung 71, S. 511—512).

Nach Beobachtungen von VAUVERT DE MÉAN[1]) war die Entzündlichkeit der ausströmenden Luftart im Jahre 1854 vollkommen erhalten. In den von ihm mitgebrachten Proben des Wassers aus der Krateröffnung fand BOUSSINGAULT[2]) NaCl 6,59 g auf ein Liter, Na^2CO^3 0,31, Na^2SO^4 0,20, Spuren von borsaurem Natron und Jod.

Über Flammenausbrüche der „so kleinlich erscheinenden Salsen von Turbaco" in den Jahren 1839 und 1848 berichten HUMBOLDT und KARSTEN (siehe Komos IV, 261, 262 und Anm. 73, S. 513, Colombie boliv. S. 23—25).

In HUMBOLDTS: Vues des Cordillères et monuments des peuples de l'Amérique befindet sich ein Kupferstich, die „Volcancitos" von Turbaco darstellend (Taf. XLI, S. 239). Die Zeichnung dazu ist von der Hand seines damaligen jungen Reisegefährten LOUIS DE RIEUX.

Aus KARSTENS[3]) Erörterungen über denselben Gegenstand sei noch folgendes hervorgehoben:

„Diese durch die hervorströmenden Gasblasen bewirkte, derjenigen des kochenden Wassers ähnliche Bewegung des Schlammes, sowie die, wenn auch nur geringe Erhöhung der Quellmündungen über die Gesamterhebung haben wohl die Veranlassung zu deren Benennung: „Volcanos, Volcancitos" gegeben, welchen Ausdruck auch wissenschaftliche Reisende angenommen haben, wiewohl die Hauptbedingung der vulkanischen Thätigkeit, die Wärme, diesen Quellen abgeht. — Der hervorgetriebene Schlamm ist nicht wie der Mergel des Bodens, aus dem die Quellen hervorbrechen, gelb, sondern graublau gefärbt, wahrscheinlich da er vermischt ist mit Teilen tiefer liegender Schichten oder verändert durch die aus der Tiefe kommenden flüssigen Stoffe.

Das Gas besteht fast allein aus einer Mischung von atmosphärischer Luft mit Kohlenwasserstoffgas, von Kohlensäure sind nur Spuren darin enthalten. — Es ist wohl nicht voreilig zu vermuten, dass ähnliche Salzlager wie solche im südlichen Neugranada vorkommen, und ähnliche Flötze brennbarer Stoffe den Salzgehalt des Wassers und das Kohlenwasserstoffgas der ausströmenden Luft liefern, dessen Entflammung sich vielleicht auf die tiefer liegenden Flötze selbst fortpflanzt und durch eine teilweise Verbrennung dieser das Sinken des hangenden Gesteines veranlasste."

Dass die colombianischen „Schlammvulkane" nicht unmittelbare Äusserungen der vulkanischen Kräfte darstellen, bedarf kaum der Erwähnung; selbst eine mittelbare Abhängigkeit von Vulkanen ist zweifelhaft. Eine Erscheinung, die vielleicht mit der hier berührten auch in bezug auf die Entstehung Ähnlichkeit besitzt, ist im Dezember 1896 an der brasilianischen Küste unweit von S. Paulo beobachtet worden.[4]) ORVILLE DERBY

1) Litt. No. 74. 2) Ebenda. 3) Litt. No. 61, S. 581; No. 72 giebt genau dasselbe.
4) Naturwissenschaftliche Wochenschrift (Potonié) XII, 1897, 297/8.

erklärt dort das Emporschiessen von warmem Wasser, von Schlamm und Steinen nach Art der artesischen Brunnen und hält die brennenden Gase für Zersetzungsprodukte organischer Bestandteile.

Nach dem Gesagten ist der wenig beachtete Vorschlag GÜMBELS,[1]) für Schlammvulkane die bessere Bezeichnung Schlammsprudel zu gebrauchen, umso berechtigter.

Untersuchung der Schlammproben.

(STÜBELsche Sammlung No. 16/17, 27—29; REISSsche Sammlung 6 Stück.)

Dem Schlammvulkan del Tigre bei la Boca de Galera Zamba sind zwei Schlammproben entnommen, eine von den neuesten Ausbrüchen herrührend und eine von dem grossen Strome, welcher vom Gipfel herabgeflossen ist. Den Volcancitos bei Turbaco entstammen drei Proben erhärteten Schlammes, eines, wie er fortwährend ausgestossen wird, und zwei aus früheren Zeiten, die Oberfläche als dünne Kruste bedeckend. Die Farbe aller dieser im trockenen Zustande erdigen, zerreiblichen Schlammarten schwankt zwischen sattgrau, gelblich und bräunlich- oder rötlichgrau und ockergelb. Teils stellen sie ein Gemenge von grösseren und kleineren runden Klumpen und Klössen mit feinerdigem zerriebenen Material dar, teils sind es mit roher Schieferung versehene Schollen oder endlich blättrige, in sehr dünne Täfelchen zerlegbare festere Massen. Im Wasser zerfallen sie sämtlich, mit Ausnahme eines ockergelben, leicht und vollständig. Der Schlemmrückstand muss durchgehends als sehr feinkörnig bezeichnet werden, Körner von 1 mm und darüber sind selten.

Die mikroskopische Untersuchung geschah am Schlemmrückstand, am Bodensatz des Schlemmwassers und an beiden, nachdem sie längere Zeit mit Salzsäure behandelt worden waren. Es wurden so zusammen etwa 100 mikroskopische Analysen ausgeführt. Sie ergaben eine recht einförmige Zusammensetzung und lohnten die aufgewandte Mühe wenig. Abgesehen von der schwankenden Korngrösse, von der verschiedenen Beteiligung thoniger und färbender Eisenverbindungen stimmen alle Schlammproben im grossen und ganzen überein. Der hauptsächlichste Gemengteil ist Quarz in mehr oder weniger abgerundeten Körnern und eckigen Splittern. Am reichlichsten findet man ihn naturgemässer Weise wegen seiner mechanischen und chemischen Widerstandsfähigkeit in dem Schlemmrückstand. Ein einziges Mal wurde ein kleiner scharfer, modellgleicher, von Prisma und Pyramide oben und unten begrenzter Krystall dieses Minerales beobachtet. Dunkelgrüne und braungrüne Körner von Hornblende kommen in allen Proben, in manchen sehr reichlich vor, dagegen gelang es nicht, Augit festzustellen. Auch frische Feldspathkörnchen sind in grosser Menge vorhanden, aber niemals wurde an ihnen Streifung bemerkt. Ein einsames Turmalinsäulchen, schwer deutbare scharfe Kryställchen, schwarze Körner, wolkige thonige Klümpchen, welche sich mit Salzsäure entfärben oder verschwinden und eisenschüssige thonige Substanzen darstellen, vervollständigen das recht einförmige Bild, welches nur einen unsicheren Rückschluss auf die Natur der zertrümmerten Gesteine gestattet. Hervorgehoben werden muss der Mangel oder die ausserordentliche geringe Beteiligung von Glimmer, welcher sonst in dem Schlemmwasser von Erden sich anhäuft. Zweifellos stellen die Schlammmassen ein weitgehend verarbeitetes Material dar. Der frische Feldspath, die Hornblende ver-

1) GÜMBEL, Über das Eruptionsmaterial des Schlammvulkans von Paternó u. s. w. Sitz.-Ber. bayr. Ak. W. math. Kl. IX, 1879, 272.

weisen auf Andesite, vielleicht weniger auf diese selbst, als vielmehr auf die sogenannten vulkanischen Sandsteine und Tuffe, welche aus zertrümmertem Andesitmaterial bestehen und in den tertiären, die Kreide bedeckenden Schichten in diesem Gebiet Colombias eine grosse Rolle spielen. Daneben mögen Thonschiefer, Mergel, krystallinische Schiefer und andere Gesteine Beiträge geliefert haben.

Übereinstimmend mit dem Befunde von EHRENBERG konnte die Abwesenheit von Kalk und Kohlensäure festgestellt werden. Der wässerige Aufguss aller Schlammarten gab Salz- und Schwefelsäurereaktion, dagegen nicht die von schwefliger Säure, Brom und Jod. Eine sehr erwünschte ausführliche Gesamt- und Teilanalyse steht noch aus.

Die ockergelbe Farbe des erwähnten dünnblättrigen Schlammes wandelt sich durch Behandlung mit Salzsäure in ein den übrigen gemeinsames Grau um. Im Mikroskop erscheint jedes Körnchen gelb wie mit einem gelben Hauch von Eisenverbindungen überzogen, welcher nach dem Ätzen verschwunden ist.

Trotz eifrigsten Suchens konnten in keiner der Schlammproben die von EHRENBERG (Litt. No. 77) angeführten Organismenreste entdeckt werden. Nur ein einziges mikroskopisches, nadelförmiges oder stachelartiges Gebilde mit organischer Struktur bot sich dem Auge dar. Es mag der Gehalt an diesen Dingen ebenso zufällig und wechselnd sein wie die oben angeführte Natur der ausgehauchten Gase.

Auch EHRENBERG scheint in verschiedenen Zeiten zu abweichenden Ergebnissen gelangt zu sein. HUMBOLDT berichtet im Kosmos IV, Anm. 71 S. 512 folgendes: „In dem niedergefallenen Schlamme (wohl von HUMBOLDT mitgebrachte Proben) erkannte EHRENBERG in genauer mikroskopischer Untersuchung keine Kalkteile, nichts Verschlacktes; aber Quarzkörner, mit Glimmerblättchen gemengt, und viele kleine Krystallprismen schwarzen Augites, wie er oft im vulkanischen Tuff vorkommt; keine Spur von Spongiolithen oder polygastrischen Infusorien, nichts was die Nähe des Meeres andeutete."

Dagegen beschreibt EHRENBERG[1]) selbst aus bräunlichgrauen feinerdigem Schlamm von Turbaco, den BOUSSINGAULT mitgebracht hat, 25 nennbare Formen: 1 Polygaster: Trachylomonas aspera?, 6 Phytolitharien: Lithosphaeridium irregulare, Lithostylidium crenulatum, denticulatum, irregulare, quadratum, rude; 6 Polythalamien u. s. w.

Als auffallend bezeichnet EHRENBERG die Opalsteinkerne von Polythalamien mit verschiedener Färbung. „Sie setzen die vulkanische Verarbeitung älterer Kalkgebirgsschichten voraus, und der völlige Mangel aller Kalkteile lässt schliessen, dass saure Dämpfe diese Massen wohl mögen durchzogen haben. Übrigens ist aber auch kein Gyps deutlich geworden, weshalb wohl auch hier nicht Schwefelsäure gewirkt haben mag."

Gesteinseinschlüsse im Schlamm der Volcancitos del Tigre.

(STÜBELsche Sammlung No. 18—26; REISSsche Sammlung 6 Stück).

Besonderes Interesse beanspruchen die im Schlamme eingelagerten, wohl aus dem „Kraterschlund" heraufgebrachten Gesteinsstücke, weil sie Aufschluss über die vom Schlammvulkan durchbrochenen Schichten geben. Solcher Einschlüsse liegen neun vor; es sind zum grösseren Teile

1) Litt. No. 77.

Kalkmergel, ein phosphoritischer Kalk, sandige Mergel, ein kalkiger polygener Sandstein, endlich ein lyditartiger schwarzer Kieselschiefer.

Ein **Kalkmergel** (No. 18) ist dicht, lichtgelblichgrau mit flachmuschligem Bruch, beim Anschlagen klingend und äusserlich dem Solenhofener Schiefer recht ähnlich. Der ihn umgebende braune sandige Rand enthält verkohlte Pflanzenreste. Im Mikroskop gewahrt man ein dichtes Nebeneinander von unregelmässigen, meist rundlichen, auch buchtigen Körnern von Calcit. Foraminiferen sind reichlich eingestreut, ferner gelbbraune Fetzen und Eier von Glimmer. Der erwähnte dunklere Rand besteht aus eisenreichem braunen Kalk und enthält Körner und Splitter von Quarz, einzelne Feldspäthe, Muscovitfetzen, in Eisenrost zersetzte, nicht mehr deutbare Mineralien, vereinzelt Glaukonitkörner.

Ein anderer, lichtgelblichweisser **Kalkmergel** (No. 19) ist noch feiner und dichter als der vorige, besitzt braune und rostrote Rindenschicht und ist von zahlreichen Sprüngen durchzogen, auf denen eisenhaltige Lösungen Eingang gefunden und die Wandungen nach dem Innern zu rostrot gefärbt haben. Die mikroskopischen Calcitschüppchen sind hier noch feiner und gleichmässiger. Die mikroskopischen Foraminiferen, zum Teil mehrkammerig, zeigen sehr guten Erhaltungzustand.

Ein weisser **kreideartiger Kalkmergel** (No. 20) färbt bei stärkerem Drucke schwach ab. Er besteht aus winzigen Calcitschüppchen, enthält reichlicher Glimmerfetzen und sehr schöne scharfe, auch mehrkammerige Foraminiferen.

Zwei Kugeln (No. 23—25), von denen die eine 60 mm, die andere 75 mm im Durchmesser hat, gehören einem sattgrauen **sandigen Mergel** an. Die eine zeigt ein helleres, sehr dichtes Centrum und eine stark sandige, kleine Gesteinsbröckchen und braune verkohlte Pflanzenreste enthaltende Schale. Im Mikroskop bemerkt man neben den Calcitschuppen zahlreiche Körner von Quarz, Feldspath, letzterer teilweise gestreift und verglimmert, Glimmerfetzen und Eisenrostskelette von diesem Mineral, Muscovit, Glaukonitkörner, Chloritfetzen. Foraminiferen fehlen.

Die äusseren Schichten (No. 26) einer dritten, 65 mm grossen gleichen Mergelkugel lösen sich in 2—4 mm dicken Schalen ab. Der Kern ist fest, nicht sandig. Im Mikroskop offenbart sich ein Reichtum an braunem Glimmer, Eisenrost, schwarzen Erzkörnchen und Kohlebröckchen. Foraminiferen fehlen ebenfalls.

Der **polygene Sandstein** (No. 21) ist feinkörnig, licht schmutziggrau; er enthält einen undeutlichen Blattabdruck. Seine Bestandteile sind mit blossem Auge noch erkennbar. Darunter wiegt Quarz vor; neben ihm ist aber auch frischer, glasiger, unverzwillingter und gestreifter Feldspath vorhanden, welcher wohl aus jüngeren Eruptivgesteinen, aus Andesiten stammt, während zahlreiche schöne Mikroperthite, gleichfalls recht frisch, höchstens mit getrübten Albitlamellen, ferner stark getrübte Feldspäthe von älteren Eruptivgesteinen und krystallinen Schiefern herrühren dürften. Chloritische und ferritische Substanzen, zersetzte dunkle Mineralien andeutend, wenige unversehrte ölgrüne Augite, ein grösserer abgerundeter Zirkonkrystall vervollständigen die Reihe der Gemengteile. Die verkittende Substanz ist ein äusserst feinschuppiger Kalk, der sich in schmalen Strähnen zwischen den Mineralkörnern hindurchwindet, zerbrochene Körner verkittet.

Während die bisher genannten Gesteine zweifellos cretaceische und tertiäre Sedimente darstellen, scheint ein schwarzer **lyditartiger Schiefer** (No. 22), welcher in Form eines wohlgerundeten und geglätteten Gerölles vorliegt, aus diesem Rahmen herauszutreten. Er kommt im Schlamm der Volcancitos häufig vor. Im Mikroskop sieht man nur eine aus braunschwarzen Flöckchen bestehende körnige Substanz, welche die kieselige Gesteinsmasse vollständig verhüllt. Wohlerhaltene ein- und mehrkammerige Foraminiferen, aus Calcit bestehend, bilden fensterartige Unterbrechungen in dem

dunklen Felde. Trotz seines lyditartigen, an ältere Formationen erinnernden Aussehens scheint auch dieses Gestein den Kreideschichten anzugehören; wir werden ganz gleichen, Foraminiferen enthaltenden Schiefern weiter unten mehrfach begegnen. Solche wurden z. B. im Thal von Inza sehr verbreitet, bei Víbora anstehend getroffen.

Bei Beantwortung der Frage nach der Herkunft der geschilderten Gesteine erscheint die ausgesprochene Geröllform einiger derselben als genügender Beweis dafür, dass die Mergel, Sandsteine und Kieselschiefer nicht in der Tiefe anstehendem Fels entrissen sind, sondern jungen Geröllschichten entstammen. Die Gesteine selbst wurden von den entfernteren Gebirgen durch die Gewässer herbeigeschafft.

III. Von Barranquilla nach Honda.

„Die Ufer des Magdalenenstromes sind von ihrer Mündung an weit nach Süden hin eben; diluviale und alluviale Ablagerungen bilden den Boden, vornehmlich Lehm, in den sich weiter nach dem Oberlauf Kieslagen einschieben. Savannen bedecken die Ufer zu beiden Seiten, weiter oben schwer zugänglicher Urwald, in welchen selten ein Mensch eindringt. Erst von 11° nördlicher Breite an nähern sich von Zeit zu Zeit 20 bis 30 m hohe, mit Steilabbruch zum Ufer abstürzende, aus Lehm und Kies gebildete Hügel dem Strom und bezeichnen meist zugleich Engen des Bettes. Oberhalb Conejo treten auf einmal auf beiden Ufern Berge unmittelbar an den Strom heran, am rechten Ufer eine eigentliche Bergkette mit ziemlich gleichförmigem, kaum gezacktem Rücken und steilem Absturz nach der Stromseite, auf dem linken Ufer einzelne, mehrere hundert Meter hohe Tafelberge, an denen wie in der sächsischen Schweiz nackte, senkrechte Felswände mit bewachsenen, nahezu horizontalen Terrassen abwechseln. Diese Tafelberge ruhen auf einer niedrigen, 20 bis 30 m über den Fluss erhobenen Tafel aus vulkanischem Tuff auf; in der Nähe von Honda werden sie durch eine zusammenhängende Tafelmasse ersetzt“. (Nach Hettner, Reisen Litt. No. 102, S. 32—39).

Auf diesem Reiseweg sind wegen der einförmigen geologischen und auch schwierigen örtlichen Verhältnisse nur wenige Beobachtungen gemacht und eine kleine Anzahl Gesteine gesammelt worden. Den Untergrund des Dorfes Banco bildet ein gelbes rostfleckiges, sandig-thoniges Gestein (Nr. 31), das sich zwischen den Fingern leicht zerreiben lässt. Es wurde in einer Mächtigkeit von zwei Metern beobachtet. Darunter folgt ein grauer Schieferthon (Nr. 32) und unter diesem Schichten mit

Muscheln. Aus einer 6 m mächtigen, aus weissen Geröllen (Nr. 33) bestehenden Kiesschicht, auf welcher die Bodega von Barranca Bermeja liegt, stammen Gerölle von Quarz, von grauem festen Schieferthon, welcher an der Zunge klebt.

Ein fester, hellgelbgrauer, mit zahlreichen bis 18 mm grossen, wohl geglätteten Geröllen versehener Konglomeratsandstein (Nr. 36), der auch andesitisches Material enthält, setzt die Gebirge auf dem rechten Ufer des Magdalenas zusammen. Seine Schichten fallen gegen Osten ein. Von einem Berge bei der Hacienda Esmeraldas unweit Honda stammt ein tertiärer, aus andesitischem Material bestehender feinkörniger Sandstein (Nr. 37, 38). Er bildet die Berge gegen Ceiba und La Mesa. Seine Schichten liegen horizontal. Über diesem Sandstein auf den Höhen wurden schwache Ablagerungen von Geröllen beobachtet.

In der Mesa de los Palacios zwischen Mariquita und dem Magdalenenstrom wurde über andesitischen Sandsteinen eine schwache Geröllablagerung angetroffen, welcher das Geschiebe eines ockergelben dichten harten kieselschieferartigen Gesteines (Nr. 39) entnommen ist. Mikroskopische runde Löcher im Präparat desselben rühren wahrscheinlich von Foraminiferen her.

Eine Anzahl zum Teil recht interessanter Gesteine fanden sich als Gerölle in den Flüssen, so im Magdalena bei Magangué ein ausgezeichneter Chiastolithschiefer (Nr. 30), welcher wohl erhaltene, bis 10 mm dicke Chiastolithkrystalle birgt; im Rio Nare, der von der Mittelcordillere herabkommt und beim Dorfe Nare Isleta in den Magdalena mündet, ein festes, den sogenannten archäischen Konglomeraten anderer Gegenden nicht unähnliches Gestein (Nr. 34) und ein feinkörniger Hornblendebiotitgranit; endlich im Sand bei Nare Bernstein.

Aus dem Rio Magdalena bei Garcera stammen ein schwarzer harter Quarzporphyr (Nr. 46), ähnlich dem schwarzen Porphyr von Elfdalen in Schweden, ein hellgelber Porphyr (Nr. 47) mit modellgleich ausgebildeten gelben grossen Orthoklasen und ausgezeichnet mikropegmatitischer Grundmasse.

Den am letzterwähnten Orte gefundenen, von Küch (Litt. Nr. 104, S. 92) beschriebenen Andesiten und Daciten ist noch ein schwarzer basaltähnlicher Andesit (Nr. 45) hinzuzufügen, welcher makroskopisch Olivin erkennen lässt.

Nur für eines dieser Gerölle ist ein Anhalt in Bezug auf seine Herkunft vorhanden. In der Umgegend von Fortalecillas bei Neiva hat ein dem obengenannten schwarzen Porphyr ganz ähnlicher in Blöcken grössere Verbreitung und am Cerro Pelado soll derselbe anstehen. Der Transport von da nach Honda erfolgte durch den Magdalena, an welchem die drei in Frage kommenden Orte liegen. Von Interesse dürfte sein, dass in der Sierra Nevada de Santamarta ganz gleiche Porphyre auf-

treten, so bei Pueblo viejo, Fonseca, Arroyo Arena bei Barbacoa, im Rio Guatapuri bei El Valle.[1]) Auch weiter im Süden werden wir sie noch antreffen.

Chiastolithschiefer findet sich nicht wieder unter den Gesteinen der Sammlung. Über seine Herkunft können nicht einmal Vermutungen aufgestellt werden.

Petrographische Bemerkungen.

(Stübelsche Sammlung No. 30—48; Reisssche Sammlung 11 Stück).

Chiastolithschiefer (No. 30), Geröllblock aus dem Magdalena bei Magangué. Seine Chiastolithe können wegen ihrer Grösse und Schönheit den spanischen an die Seite gestellt werden. Die langen, säulenförmigen, nur vom Prisma begrenzten Krystalle erreichen eine Dicke von 10 mm. Sie liegen kreuz und quer in der Schiefermasse, schneiden die Schichtflächen meist unter einem kleinen Winkel. Im Querschnitt zeigen sie recht schön das centrale schwarze Viereck, vier von diesem ausgehende äusserst dünne Strahlen, welche sich nach den vier Kantenwinkeln allmählich verbreitern und dort in Vierecken endigen. Im frischen Zustand besitzt das Mineral eine hellwachsgelbe Farbe und matten Glanz. Einige der Chiastolithe sind durchaus schwarz, schwach glänzend, feinschuppig wie die Schiefermasse. Die letztere stellt einen phyllitähnlichen mattglänzenden schwarzen Thonschiefer dar mit körnigschuppigen Schichtflächen, welche nicht eben verlaufen, sondern sich um die eingelagerten Chiastolithe herumwinden, an denselben abstossen. U. d. M. verhüllt die feinkörnige Kohlensubstanz die Schiefermasse. An lichteren Stellen erkennt man farblose runde und längliche Körnchen von Quarz und wahrscheinlich Feldspath (Albit), ausserdem finden sich farblose und grünlichschimmernde Fäserchen, Leistchen eines sericittischen Glimmers kreuz und quer eingestreut. Sie besitzen ziemlich hohes Lichtbrechungsvermögen, erscheinen zuweilen quergegliedert, löschen gerade aus und gleichen dem fasrigen Mineral, in welches der Chiastolith teilweise verwandelt ist.

In einem einzigen Präparat kam nur ein kleiner Teil eines Chiastolithlängsschnittes zur Beobachtung. Die unzersetzte Andalusitsubstanz, welche sich reichlich in einem Netz von fasrigen Zersetzungsprodukten vorfindet, ist wasserklar, zeigt keine Spur von Pleochroismus, als Einschlüsse winzige schwarze Kohlestäubchen, ebenso winzige runde Krystalle, Körnchen und Nadeln und endlich Dinge, welche wie schlauchförmig gewundene Hohlräume aussehen. Polarisationsfarbe ist hellgelb I. O. Die Zersetzung verläuft mit dem parallel zum Prisma gehenden Längs- oder auf den Quersprüngen; hier sind auch die farblosen oder lichtgrüngefärbten, meist senkrecht zu den Wänden gestellten Flitterchen am grössten, während das Innere zersetzter Partien ein mikroskopisch äusserst feinkörniges Aggregat von Glimmerschüppchen erfüllt. Ein randlicher schwarzer, parallel zur Prismenaxe verlaufender Strahl, der zur Beobachtung kam, zeigte gegen den kohlefreien Andalusit keine scharfe, geradlinige Abgrenzung, sondern runde und zackige Vor- und Einsprünge. Er stimmt substanziell vollkommen mit dem Andalusit des Kernes überein, ebenso in Bezug auf optisches Verhalten, unterscheidet sich von ihm nur durch den Kohlegehalt.

Leider ist, wie schon oben bemerkt wurde, der Ursprungsort dieses schönen Gesteines nicht bekannt und für Vermutungen fehlt jeder Anhalt. Ausser in Brasilien und Chile dürfte Chiastolith

---

1) Litt. No. 117, S. 298 u. f.

in den übrigen südamerikanischen Ländern bisher unbekannt sein. Trotzdem scheint er aber weitere Verbreitung zu haben.

A. VON HUMBOLDT[1]) berichtet, „dass er Chiastolith nie habe in den Schiefern entdecken können, dass aber schöne Stücke von den Indianern als Amulete getragen wurden, welche aus der Sierra Nevada de Mérida herrührten".

Zwar ist Chiastolith in einigen Phylliten, welche mit Eruptivgesteinen in keinem ersichtlichen Verbande stehen, beobachtet worden; als seine eigentliche Heimath müssen die Kontakthöfe der Thonschiefer um Eruptivgesteine, namentlich um Granite angesehen werden. Im Gegensatz zum Andalusit findet er sich hier in den, dem Granit entfernteren Zonen, also da, wo die metamorphosierenden Einflüsse am schwächsten waren, eine Thatsache, auf welche schon DUROCHER 1846[2]) aufmerksam machte.

Festes Konglomerat (No. 34), Geschiebe aus dem Rio Nare beim Dorfe Nare Isleta.

In einer schwarzen, körnig erscheinenden dichten Schiefermasse liegen wohl abgerundete kugelige und ellipsoidische Gerölle, auch eckige Bruckstücke von Quarz und Schiefern in allen Grössen von wenigen Millimetern bis zu 55 mm.

U. d. M. besitzt die Schiefermasse, welche die Gerölle birgt, einen krystallinen Charakter. Sie besteht aus kleinen auch grösseren Quarzkörnern, denen kleine runde Erzkörner und Fetzen, Blättchen und Eier von farblosem bis lichtgelblichem und grünlichem, auch solche von ganz frischem, kräftig braunem, mehr rötlichbraunem Glimmer beigemengt sind. An manchen Stellen lagern die Glimmerblättchen so dicht, dass der Quarz ganz verdrängt oder verdeckt erscheint. Die Quarzgerölle, welche im Schliff beobachtet wurden, zeigen durchaus Aggregatstruktur.

Quarz-Glimmer-Diorit (oder **Hornblendegranitit**) (No. 35), Geschiebe aus dem Rio Nare beim Dorfe Nare Isleta. Feinkörnig, hellgrau. Mit blossem Auge erkennt man weissen Feldspath und ein kunkles Mineral. U. d. M. bilden automorphe Feldspäthe, teilweise stark getrübt und verglimmert, mitunter zonal gebaut, reichlich lückenausfüllender Quarz, braune Hornblende in unregelmässigen, gelappten Körnern, viel Biotit, der aber zum grössten Teil gebleicht ist, sekundärer Muscovit, spärliche Erzkörner die Gemengteile dieses Gesteines, dem man ebensogut unter den Graniten wie Quarzdioriten seinen Platz anweisen kann.

Quarzporphyr (No. 46), Geröll aus dem Rio Magdalena bei Garcera unweit Honda. Schwarze, harte, splitterige Grundmasse vorwaltend, darin porphyrisch ausgeschieden ziemlich zahlreiche, bis 4 mm grosse weisse bis ziegelrote Orthoklase; Quarz nicht bemerkbar. Dieser Porphyr gleicht makroskopisch und mikroskopisch dem schwarzen Porphyr von Elfdalen in Schweden. Der Natur der Grundmasse nach ist er zu denen mit mikrofelsitischer Ausbildung zu stellen (Felsophyr Rosenb.). Beim Drehen des Präparates zwischen gekreuzten Nicols tritt kaum eine Veränderung des dunkelblauen Farbentones ein, stellenweise allerdings ein unbestimmt fleckiges Polarisieren. Schon die Anwesenheit von allerdings wenig gut ausgebildeten Felsosphäriten und die Fluidalstruktur zeigt die mikrofelsitische Grundmasse an. Sie ist dicht von winzigen schwarzen Erzkörnchen erfüllt, welche sich oft unvermittelt in der gleichförmigen Masse zu Reihen und Strähnen gruppieren und örtlich Fluktuationserscheinung hervorrufen. Einzelne der Körnchen werden bei stärkerer Vergrösserung rötlich durchscheinend und erweisen sich so als Hämatit. Der porphyrische Quarz und

---

1) Litt. No. 10, Bd. V, 574. 2) Siehe F. ZIRKEL, Petrogr. I, 388.

Feldspath besitzen selten krystallographische Umgrenzung, meist sind es eckige splitterartige Körner. Der Orthoklas ist braunwolkig getrübt. Spärlich gestreifter Plagioklas kommt vor. Glimmer tritt reichlicher auf, als man erwartet, aber selten frisch, meist in Chlorit zersetzt.

Porphyr mit mikropegmatitischer Grundmasse (Granophyr Rosenb.) (No. 47). Vorkommen wie beim vorigen.

Die hellgelbliche körnigdichte Grundmasse enthält modellgleich ausgebildete wachsgelbe Orthoklase, welche scharf gegen das umgebende Gestein abgegrenzt sind und sich nicht allzuschwer ablösen. Ein Krystall mass 8 mm in der Länge, $2^1/_2$ mm in der Dicke, ein anderer 5 mm in der Dicke. Sie sind langsäulenförmig nach a und begrenzt von P, M, l, y, auch Z, wobei alle Flächen selbst Z äusserst scharf ausgeprägt sind. Quarz bemerkt man mit blossem Auge nicht, dagegen spärliche gebleichte bis $1^1/_2$ mm breite Glimmerblättchen.

Die Grundmasse bietet ein vorzügliches Beispiel für mikropegmatitische Ausbildung; sie besteht fast nur aus Körnern von Mikropegmatit, welcher die zierlichsten und mannigfaltigsten Zeichnungen und Muster aufweist: regelmässige Durchdringung von klarem Quarz und etwas getrübtem Feldspath in der Form des Schriftgranites, bei dem dreieckige und rhombische Querschnitte von Quarz im Feldspath erscheinen, oder fächer-, federförmige Anordnung von Stengeln beider Mineralien bis zu radialstrahligen belonosphäritähnlichen Gebilden, alles in hoher Schönheit. Lückenausfüllend, zwischen gleichsam selbständig auftretenden Mikropegmatitkörnern ist Quarz eingestreut; derselbe tritt auch in rundlichen oder eckigen Körnern auf. Ziemlich reichlich sind lange schmale, zuweilen gebogene Leisten von braunem Glimmer, nur vereinzelt Muscovitfetzen vorhanden. Neben porphyrischem getrübtem Orthoklas bemerkt man auch frischen, langleistenförmigen, gestreiften Plagioklas.

Pyroxenandesit (No. 45), basaltähnlich. Geröll aus dem Magdalena bei Garcera unweit Honda. Dieser Andesit entspricht im allgemeinen dem Amphibol-Pyroxenandesit, den Küch (S. 91, 92) von Honda beschreibt, unterscheidet sich aber von demselben durch seine dunklere Farbe, dichtere, basaltähnlichere Beschaffenheit makroskopisch, und mikroskopisch dadurch, dass das Grundmassenglas nicht farblos sondern schön chokoladenbraun, und dass Hornblende nicht vorhanden, vielmehr nur durch vollständige Magnetitpseudomorphosen angedeutet ist.

Ein zweiter **Pyroxen-Amphibolandesit** (No. 43) von demselben Ort, grossporphyrisch, krystallreich durch weisse Feldspäthe, mit violetter Grundmasse, zeichnet sich durch die tief braungelbe Farbe der Hornblende aus. Er gleicht darin einem von Küch (S. 100) als Dacit bezeichneten Gestein aus dem Rio Coello, unterscheidet sich aber von diesem durch den Reichtum der Grundmasse an braungefärbten, fast undurchsichtigen (Hornblende- und Augit-)Mikrolithen.

Andesitischer Sandstein (körniger Andesittuff) (No. 37, 38), von einem Berge bei der Hacienda Esmeraldas unweit Honda, die Berge gegen Ceiba und La Mesa in fast horizontalen Schichten bildend. Ziemlich gleichmässig feinkörnig, teilweise mit etwas gröberen porösen Stellen, schmutzig gelblichgrau, zerreiblich, feinporös, aus weissen, rötlichen und dunklen Körnchen und Bröckchen bestehend. Die mikroskopische Untersuchung ergiebt sehr frisches andesitisches Material als Bestandteile: grüne Hornblende, brauner Glimmer, gestreifter und schön zonalgebauten Plagioklas mit Glaseinschlüssen, alle, zum Teil auch in der Form, wohl erhalten; ferner Andesitbrocken, darunter solche gleich dem oben beschriebenen mit rostroter Hornblende, andere mit lichter erzfreier hyalopilitischer Grundmasse. Als Kitt tritt braungekörnter radialstrahliger Chalcedon reichlich auf.

IV. Minen von Santa Ana.

Litteraturverzeichnis No. 9, 9a, 72, 106—108, 118.

(Stübelsche Sammlung No. 48—62, Reisssche Sammlung 21 Stück).

Über den Ausflug nach Santa Ana giebt Herr Dr. Stübel[1]) folgenden kurzen Bericht: „Von der am Rio Magdalena gelegenen Stadt Honda führt der Weg über Ceiba nach den eine starke Tagereise entfernten Minen von Santa Ana (970 m). Bei Garrapata (363 m) überschreitet man den Rio Guamo und steigt dann bergauf. Hier steht Hornblendeschiefer an, der weiter oben in Glimmer- und Thonschiefer übergeht. Auf dem mit vielen Quarzstücken bestreuten Wege gelangt man zu dem Dorfe San Juan (500—600 m), wo eine mächtige Ablagerung vulkanischen Tuffes, welcher reich an fossilen Pflanzen ist und viele lose Stücke, auch grössere Blöcke Andesit enthält, durchschnitten wird."

Das Profil, welches Hettner[2]) durch diesen Teil der Cordillere giebt, zeigt mehrfach Gebiete krystalliner Schiefer, die von Eruptivgesteinen durchbrochen werden. Von früheren Angaben mögen erwähnt werden die von Humboldt,[3]) nach welcher ein unzweifelhafter Gneiss ohne Granaten im Westen von Mariquita zwischen Rio Guamo und den Gruben von Santa Ana vorkommen soll, und diejenige von Žujović[4]) über den Granit von Mariquita und aus dem Rio Guali bei Mariquita.

Das Gestein, in welchem die Erzgänge meist parallel mit der Schieferung aufsetzen, ist nach der vorliegenden Probe ein dünnschiefriger, blauschwarzer, glänzender, kohlenstoffreicher, phyllitähnlicher Schiefer, welcher kleine Pyrite eingewachsen enthält.

Karsten[5]) nennt die erzführenden Schiefer von Santa Ana gefrittet und metamorphosiert, wie überhaupt die Frittung bei ihm eine grosse Rolle spielt. Von dieser Erscheinung war aber an keinem Stück der reichen Sammlungen, die hier zur Verfügung standen, etwas zu sehen; sie wird auch von keinem neueren Forscher in Colombia erwähnt. Eine Metamorphose soll dagegen hier nicht von der Hand gewiesen werden, obwohl sichere Anhaltspunkte dafür noch fehlen. Ganz auffallend nennt Zirkel[6]) die Angabe von Hettner und Linck,[7]) dass ein Thonglimmerschiefer am Abstieg vom Páramo de Herveo nach Salamina durch Kontact am Biotitgranit seine

1) Bei Engelhardt, Litt. No. 118, S. 3.
2) Litt. No. 107, S. 208.
3) Litt. No. 9a, S. 77.
4) Litt. No. 87, S. 60.
5) Litt. No. 72, S. 31.
6) Petrographie II, 108.
7) Litt. No. 108, S. 217.

Schieferung eingebüsst hat; „nur die lagenweise angeordneten Glimmerblätter lassen dieselbe noch deutlich erkennen. Das Gestein ist von rötlichweisser Farbe und sehr glimmerreich. Der Quarz führt reichlich wohl secundäre Glaseinschlüsse mit bräunlichem Glas.“ (HETTNER und LINCK).

Der erzführende Schiefer von Santa Ana dürfte wohl den oberen Schichten der archäischen oder den unteren Schichten der paläozoischen Gruppe angehören. Wenn derselbe ein kontaktmetamorphisches Gestein ist, wofür keinerlei Anhalt vorliegt, dann wäre wohl in den Graniten, welche in der engeren und weiteren Umgebung von Santa Ana vorkommen, die Ursache der Umwandlung zu suchen. Granit bildet nördlich vom Rio Sabandija einen Hügel und steht an der Brücke bei der Stadt Mariquita an. Das Gangmittel, welches die Erze birgt, ist milchweisser Quarz. Als Erze treten auf: gediegenes Silber, Bleiglanz, Pyrit, Zinkblende, alle silberhaltig, nach HETTNER[1]) auch Weiss- und Rotgiltigerz. Grosse oder irgendwie bemerkenswerte Krystalle und Stufen liegen nicht vor. An einer kleinen Gruppe übersteigen Pyritpentagondodekaeder nicht 2 mm. Im übrigen tritt dieses Mineral sowie Bleiglanz und Zinkblende, letztere leberbraun bis rötlich, in klein- und feinkörnigen Massen auf. Drähte von gediegenem Silber wurden an einer Quarzdruse beobachtet. Recht hübsche Gangstücke zeigen parallel zur Grenze des schwarzen Schiefers, der am Rand aufgeblättert und mit weissem Quarz imprägniert ist, etwa 5—10 mm breite abwechselnde Bänder von Quarz, Bleiglanz, Kupferkies oder von Quarz gemengt mit diesen Mineralien.

Aus dem Andesittuff von Santa Ana hat ENGELHARDT[2]) 35 Arten phanerogamer Pflanzen beschrieben, nämlich: Gramineen, Musaceen, Aroideen, Moreen, Laurineen, Rubiaceen, Verbenaceen, Bignoniaceen, Sapotaceen, Styraceen, Sterculiaceen, Meliaceen, Ilicineen, Rhamneen, Rutaceen, Vochysiaceen, Trigoniaceen, Myrtaceen, Rosaceen, Mimoseen, deren genauere Altersbestimmung wegen der wenigen bisher vorliegenden Untersuchungen über Südamerika nicht möglich war.

Aus einem tertiären Sandstein bei Santa Ana stammen mehrere Stücke Halbopal. Derselbe ist zum Teil gelbbraun, glänzend, randlich durch Zersetzung in eine bleiche poröse knochenähnliche Masse übergehend, teils gelb, gestreift und mit Holzstruktur. FELIX[3]) beschreibt gelbbraunen Holzopal von Sabanilla, an der Mündung des Magdalenas gelegen. Das Holz bestimmt er als Euphorbioxylon speciosum Felix. Über die Herkunft desselben scheint nichts bekannt zu sein, denn es fehlt jede nähere Angabe und FELIX sagt: „Weil ich unter vielen Hunderten untersuchter

1) Litt. No. 106, S. 252. 2) Litt. No. 118, S. 24—38. 3) Litt. No. 111.

fossiler Hölzer nur ein opalisiertes Holz getroffen habe, welches älter als tertiär gewesen wäre, darf man auch für das Holz von Sabanilla mit grösster Wahrscheinlichkeit die Herkunft aus einer tertiären Schicht annehmen.“ Die Vergleichung der Präparate des Holzes von Santa Ana mit den bei Felix gegebenen Abbildungen lehrt nun eine vollständige Übereinstimmung beider Funde. Damit dürfte das tertiäre Alter des Holzes von Sabanilla sicher gestellt sein; ausserdem liegt die Vermutung nahe, das dasselbe ebenfalls von Santa Ana stammt.

Petrographische Bemerkungen.

Die erwähnten **Granite** haben das Aussehen echter Gebirgsgranite, sind frisch und nicht sehr glimmerreich, daher ziemlich hell. Der Granit, an der Brücke bei der Stadt Mariquita (No. 50) anstehend, ist mittel- bis grobkörnig, glimmerärmer als der zweite. Reinweisser Feldspath, Quarz und schwarzer Biotit, dieser in höchstens 2 mm grossen Blättchen, sind die einzigen Bestandteile. Ihnen fügt auch das Mikroskop keine neuen hinzu. Der Feldspath bildet gedrungene Säulen, welche mit den Krystallenden zuweilen in die von xenomorphem Quarz ausgefüllten Räume hineinragen. Orthoklas, etwas körnig getrübt, herrscht neben einem gestreiften Plagioklas bei weitem vor. Der letztere zeigt recht schöne zonale Struktur und ebensolche Verwitterung. Auch Mikroperthit mit sehr kleinen Albiteinlagerungen wurde bemerkt. Der Glimmer ist sehr dunkel, fast schwarz, in Querschnitten braungelb, meist frisch, selten durch Zersetzung grün. Erz scheint ganz zu fehlen und andere accessorische Mineralien gelangen äusserst selten zur Beobachtung.

Der **Biotitgranit** (No. 51) vom Hügel nördlich Rio Sabandija, wenig südlich von Santa Ana, der zu Mühlsteinen verwende twird, ist kleinkörnig, etwas reicher an Glimmer, unterscheidet sich sonst nicht von dem vorigen. Der Glimmer bildet hier grössere, bis 4 mm messende Blättchen. Die Feldspäthe scheinen etwas mehr zersetzt zu sein, sind infolge beginnender Kaolinisierung trüb und undurchsichtig geworden. Ebenso zeigt der Biotit häufiger grüne Farbe infolge Zersetzung.

Schiefriger Amphibolit, am Rio Guamo bei Santa Ana anstehend. Dunkelgraugrün, dünnschiefrig, sehr feinkörnig. Schon makroskopisch erkennt man eine sehr feine gestrecktflaserige Struktur, welche durch Ineinandergreifen weisser und grüner sich auskeilender Lagen gebildet wird. Mikroskopische Gemengteile sind Hornblende, Epidot, Quarz, Feldspath, Rutil. Die Hornblende wird bläulichgrün durchsichtig. Ihre im allgemeinen säulenförmigen, krystallographischer Endbegrenzung entbehrenden Individuen scheinen ohne Ausnahme der Längsausdehnung nach in der Schieferungsebene zu liegen, denn in einem Schliff nach dieser wurde kein Querschnitt beobachtet. Die Anordnung der Hornblenden in der Schieferungsebene ist weder regellos verworren, kreuz und quer, wie vielfach zu beobachten, noch mehr oder weniger streng parallel, wie in anderen Gesteinen bemerkt werden kann. Auch hier fallen ähnlich dem Amphibolit aus dem Rio Córdoba (S. 18) Sprünge auf, welche über grosse Teile des Schliffes die Hornblenden in gleicher Richtung durchsetzen. Die grösseren Körner des Epidotes sind meist mit dem Amphibol verbunden, in denselben, zwischen dessen Säulen eingelagert. Quarz und wenig unverzwillingter Feldspath bilden, zu einem

unregelmässig körnigen Aggregat vereinigt, kleine helle Nester. Tiefgelber Rutil tritt recht spärlich auf.

Graphitphyllit (No. 52) von Santa Ana. Dünnschiefrig, blauschwarz, glänzend.

U. d. M. erweist er sich als durchaus krystallin, schlammiger thonschieferähnlicher Elemente gänzlich entbehrend. Von regellosen staubartigen Kohlenteilen freie Stellen wechseln mit solchen, welche reich daran sind. Dabei beobachtet man häufig ein Gewölbt- und Gewundensein der hellen und dunklen Lagen im kleinsten Massstabe. Die kohlefreien Stellen lassen im polarisierten Licht ein Mosaik eckiger, rundlicher und länglicher Körner von Quarz (und Feldspath?) erkennen, zwischen denen sich feine Calcithäute finden. In einem zweiten Präparat bestanden die lichten Stellen aus einer lichtgrünen strukturlosen, wenig pleochroitischen, wahrscheinlich chloritischen Substanz, in die recht scharfe schmale Leisten von Muscovit reichlich eingewachsen sind. An anderen Stellen kam der Quarzgrund zum Vorschein.

Pflanzenführender Andesittuff (Bimssteintuff?) von Santa Ana. Ziemlich fest, sehr gleichmässig und ausserordentlich feinkörnig, grauweiss, färbt bei stärkerem Druck wenig ab, klebt schwach an der Zunge, schmilzt vor dem Lötrohr zu einem grauen Fluss. U. d. M. erkennt man nicht sofort den andesitischen Ursprung des Materiales wahrscheinlich wegen der Feinheit der Mineralteile und der Beimengung thoniger Substanzen. In letzterer liegen zahlreiche Splitter von Quarz, Feldspath (im allgemeinen ohne andesitische Kennzeichen), brauner Hornblende, grünem Augit (z. T. mit den zackigen Enden wie sie Küch Taf. II, Fig. 3 und 4 abbildet und wie solche später noch erwähnt werden sollen), von Fetzen braunen und grünen Glimmers. Alle diese Mineralbruchstücke haben recht gleichmässige Grösse. Nur ganz vereinzelt konnten winzige Bröckchen von Bimsstein mit dem charakteristischen blasigen Aussehen gefunden werden.

V. Die Cordillere von Bogotá.

Litteraturverzeichnis No. 1, 5, 6, 9, 9a, 17—19, 21/2, 44—47, 51—53, 58/9, 64, 67, 72, 81, 82, 90, 94, 98, 105—108, 119.

Die Cordillere von Bogotá hat A. Hettner in den Jahren 1882—1884 zum Gegenstand eingehenderer Studien gemacht. Seine geologischen Ergebnisse finden sich in den obengenannten Werken und Abhandlungen. Da Hettners Reisewege, seine Ausflüge von Bogotá, seine Reiseziele sich mit denen der Herren Reiss und Stübel fast vollständig decken, kann hier von einer ausführlicheren Erörterung des von den letztgenannten Herren bereisten Gebietes und deren Beobachtungen abgesehen werden, dies um so mehr, als Hettner bei seinem beschränkteren Untersuchungsfeld

mehr Zeit und Arbeitskraft auf diese Gegend zu verwenden vermochte. Nur einiges Wenige soll an der Hand der Reiss-Stübelschen Sammlungen hinzugefügt werden.

Die geologischen Ergebnisse der Hettnerschen Untersuchungen seien in folgendem zu einer kurzen Übersicht des Gebietes verwertet[1]).

Während vulkanische Gesteine, welche in den meisten Teilen der Anden eine so grosse Rolle spielen, in der Cordillere von Bogotá ganz zu fehlen scheinen, alte krystallinische Schiefer nur von untergeordneter Bedeutuug sind, besteht der bei weitem grösste Teil der Cordillere von Bogotá aus Schichtgesteinen und zwar, wenn wir von den Quartärbildungen absehen, die erst nach der eigentlichen Gebirgsbildung abgelagert worden sind, wahrscheinlich ganz oder grösstenteils aus Schichten der Kreideformation. Sie allein ist paläontologisch festgestellt. Angaben über das Vorkommen anderer Formationen haben sich als irrtümlich erwiesen. Der erste Versuch einer geologischen Gliederung ist von Karsten gemacht worden. Er unterscheidet ältere Kreide oder Neocom, mittlere Kreide oder Gault, obere Kreide und Tertiär. Hettner schliesst sich im ganzen der Karstenschen Gliederung an, nur fasst er Neocom und Gault Karstens zu seiner unteren Kreide zusammen. Dieselbe ist dann ein mächtiges System von Thonschiefern, Schieferthonen und bunten Schieferletten, denen dicke Bänke blauen, seltener schwarzen oder weissen Kalkes, weissen Quarzites und weissen, stellenweise auch rötlichen und grünlichen Sandsteines, dünnplattigen kieseligen Plänersandsteines (Wetzschiefers) und andere untergeordnete Vorkommnisse eingelagert sind. Sie werden als Villetaschichten bezeichnet. Nach den Versteinerungen (Steinmann) gehört die Hauptmasse dem Urgo-Aptien an. Örtlich, so bei Jiron und Zapatoca findet sich darunter, besonders in unmittelbarer Nähe von Granit, Gneiss und Porphyr ein thoniger, roter, aber weiss- und grüngefleckter Sandstein, mit ihm violettbrauner Schieferthon und roter Kalk, Karstens Neocom, Hettners Jironschichten. An anderen Stellen, namentlich in den Schneebergen von Cocui, verdrängt ein weisser quarzitischer Sandstein — Cocuiquarzit — alle anderen Gesteine.

Nach oben scheinen die Villetaschichten allmählich in die Guadalupestufe — Karstens obere Kreide — überzugehen. Während hier Thonschiefer und Schieferthon nur noch dünne Zwischenschichten bilden, besteht die Hauptmasse aus kieseligem Plänersandstein, einem dünnplattigen, an den Pläner erinnernden, ganz von Kieselsäure durchdrungenen Thongestein und darüber liegendem dickbankigem weissen Quarzsandstein.

Über dieser Abteilung folgen die Guaduasschichten, ein System von buntem, meist Brauneisenbrocken enthaltendem Thon und zwischengelagerten Bänken eines grobkörnigen roten oder schmutzig weissen Sandsteines, der stellenweise in Konglomerat übergeht. Dem unteren Teile dieser Stufe gehört die colombianische Kohle mit ihrer Hülle von schwarzem Schieferthon an.

Als jüngstes von der Faltung betroffenes Glied legt sich darüber der sogenannte Hondasandstein, ein grünlich grauer tuffartiger Sandstein, welcher jedenfalls aus der Zerstörung der jüngeren Eruptivgesteine der Centralcordillere hervorgegangen ist und dann tertiäres Alter hat. Er findet sich an beiden Ufern des Magdalenenstromes oberhalb Honda, greift an einigen Stellen auch tiefer in das Gebirge ein und ist, wie wir sehen werden, weit nach Süden zu verfolgen.

---

1) Litt. No. 107, S. 14—17.

a. Von Honda nach Bogotá.

(STÜBELsche Sammlung No. 63—70, REISSsche Sammlung 9 Stück.)

Unter den auf dem Wege von Honda nach Bogotá gesammelten Gesteinen seien nur zwei hier erwähnt. An der Ostseite des Alto del Trigo in einer Höhe von etwa 1700 m wurde ein schmutzig grauschwarzer dickschiefriger Thonschiefer gefunden, der besonderes Interesse in Anspruch nahm, weil er tentaculitenähnliche Versteinerungen zu enthalten schien. Die Schichtflächen sind durch Eisenrost gelb gefärbt und zeigen bis 3 mm lange, ebenfalls mit Eisenrost erfüllte oder ausgekleidete Hohlräume, Abdrücke von Organismen. Die gleichen organischen Reste führen zwei Gesteine, welche als Gerölle aus dem Rio Nare stammen, der unterhalb Honda von der linken (westlichen) Seite in den Magdalena mündet. Das eine von ihnen ist etwas lichter gefärbt, mehr grünlichgrau; beide entbehren der deutlichen Schieferung.

U. d. M. gewahrt man in dem Präparat dieser Gesteine eine durch massenhafte winzige Körnchen von Limonit braun gefärbte, auf das polarisierende Licht nicht wirkende Masse, welche jedenfalls einen ausserordentlich feinen erhärteten Schlamm darstellt. Mikroskopische Foraminiferen enthalten diese Gesteine nur ganz spärlich. Dieselben stellen zugleich den ganzen Kalkgehalt dar, der so gering ist, dass beim Betupfen mit Säure keine Kohlensäureentwicklung bemerkt wird.

Die oben erwähnten makroskopischen Organismenreste konnten als Orthocerina Ewaldi KARSTEN[1]) erkannt werden.

„Dieselben sind in der östlichen Kette Neugranadas vom 6. bis 2. Grade n. Br. sehr verbreitet und zwar in dem oberen als Foraminiferenschichten bezeichneten Kreidegestein, das sich weiter südwärts an den Fuss der mittleren Kette anlegt; in der westlichen Kette, sowie in Venezuela ist dies Tier noch nicht beobachtet. Es befindet sich besonders im Kieselschiefer, die anderen Foraminiferen mehr in den Kalkgesteinen."

Mikroskopische Foraminiferen enthält ferner sehr reichlich ein schwarzer, mit Säuren brausender, eisenreicher und bituminöser, den vorigen äusserlich ähnlicher Thonschiefer, welcher im Thale zwischen dem Alto del Raizal und dem Alto del Trigo in etwa 1600 m Höhe anstehend getroffen wurde und der nach HETTNER die Grenze zwischen den Guaduas- und Guadalupeschichten bilden würde.

b. Bohrloch in der Savanne von Bogotá.

Auf der im Litteraturverzeichnis unter No. 81 aufgeführten Karte von CODAZZI findet sich folgendes Profil eines Bohrlochs in der Savanne von Bogotá:

---

1) Litt. No. 64, S. 114, Taf. VI, Fig. 3; No. 72, Taf. VI, Fig. 3.

Corte jéolójico de la formacion lacustre de la Sabana de Bogotá, segun la perforacion hecha para abrir un pozo artesiano al Norte de la ciudad de Bogotá, por el Doctor MANUEL ZALDUA, el cual ha medido en sus operaciones sucesivas la potenzia de cada capa.

	Metros	Mächtigkeit in:	Pies (Fuss)	
1)	0,30.	Humus o terra vegetal (Humus)	1	
*2)	0,46.	Arcilla aluminosa con sulfato di hierro (Alaunthon mit Eisensulfat)	1 1/2	15° C
3)	0,76.	Arcilla margosa rojiza con mezela de cal carbonatada (Rötlicher Thonmergel mit Kalk gemengt)	2 1/2	
4)	2,44.	Arcilla plástica amarilla (Gelber plastischer Thon)	8	
5)	15,24.	Arcilla plastica blanco sucio (Schmutzig weisser plastischer Thon)	50	
*6)	10,36.	Arcilla cuarzosa (Quarzhaltiger Thon)	34	
*7)	6,40.	Vejetales en completa descomposicion (Verkohlte Pflanzen)	21	
8)	13,41.	Arcilla cuarzosa (Quarzhaltiger Thon)	44	
*9)	6,70.	Arcilla plástica mui fina (Sehr feiner plastischer Thon)	22	
*10)	1,52.	Arenas cloritadas (Chloritischer Sand)	5	
11)	5,79.	Arcilla esquitosa micaceada (Glimmerführender Schieferthon)	19	
12)	3,04.	Arcilla esquitosa color verdusco en fresco (Grünlicher Schieferthon)	10	
*13)	3,66.	Maderas descompuestas (Verkohlte Hölzer)	12	
*14)	5,18.	Esquito arcilloso (Thoniger Schiefer)	17	
*15)	3,66.	Maderas descompuestas bien caracterizadas (Verkohlte Hölzer)	12	
*16)	3,04.	Arcilla esquitosa micaceada (Glimmerreicher Schieferthon)	10	
17)	2,13.	Maderas descompuestas (Verkohltes Holz)	7	
*18)	5,18.	Arcilla plástica morado claro (Braunvioletter plastischer Thon)	17	
*19)	1,22.	Maderas en absoluta descomposicion (Vollständig verkohltes Holz)	4	
*20)	1,22.	Asperon abigarrado imitativo del marmol (Bunter marmorirter Mühlstein?)	4	
21)	1,52.	Maderas en absoluta descomposicion (Vollständig verkohltes Holz)	5	
22)	1,83.	Marga arcillosa (Thonmergel)	6	
	95,06		312.	

Die mit einem * versehenen Proben sind in der STÜBELschen Sammlung in kleinen Mengen vertreten. Ihre Untersuchung ergab folgendes:

No. 2, Alaunthon mit Eisensulfat, ist wohl besser als gelber Lehm zu bezeichnen. In dem wässerigen Aufguss war keine anorganische Säure nachzuweisen. Den übrigen Proben gegenüber enthält diese weniger thonige Bestandteile, dagegen reichlicher gröbere (mikroskopische) Mineralkörner, braunen Glimmer, frischen ungestreiften und deutlich verzwillingten Feldspath und viel grüne, ebenfalls unzersetzte Hornblende zum Teil in wohl erhaltenen langen schmalen und kürzeren dicken Säulen, vereinzelt Quarz.

Die übrigen Bohrproben bis zur Tiefe von 95 m stellen mit einer einzigen Ausnahme hellgraue oder gelbliche bis bräunliche, mehr oder weniger plastische Thone dar, die zum Teil schwarze kohlige Substanzen enthalten. Im übrigen zeigen sie wenig abweichende Eigenschaften, Armut an Quarz und Glimmer, grösseren Gehalt an frischem Feldspath, grüner, selten brauner Hornblende. Die beiden letzten Mineralien möchte man wegen ihrer Frische für andesitisch halten. Augit wurde nicht bemerkt. Der Hauptbestandteil aller Proben ist natürlich Thon, welcher durch Eisen und organische

Substanz gefärbt sein kann. Alle Thone enthalten Diatomeen, besonders reich daran sind diejenigen, welche verkohlte Pflanzenreste bergen. In No. 6 wurde kein Quarzgehalt, in No. 16 kein Glimmergehalt gefunden, welcher die obigen Bezeichnungen rechtfertigen.

Die „asperon abigarrado" genannte Probe No. 20 besteht aus Klümpchen, welche eine den übrigen gleichgefärbte hellgraue Rindenschicht, aber einen violetten Kern zeigen. U. d. M. ergeben sich als Ursache dieser Färbung massenhafte kleine rote, braun durchscheinende Körnchen, welche sich in warmer Salzsäure langsam aber vollständig lösen und Hämatit darstellen dürften. Eine andere Probe aus 50 m Tiefe, No. 9, enthält gleichgestaltete Dinge in grosser Menge. Sie sind aber hier gelblich und bräunlich und haben das Aussehen von dunklem Glimmer. Vielleicht können danach die obenerwähnten Hämatitkörnchen als Pseudomorphosen nach Glimmer angesehen werden.

Am meisten weicht die „arenas chloritadas" genannte Probe, No. 10, ab. Es ist ein feines weisses, mit grünen Körnchen untermengtes, mehlartiges Pulver. Dasselbe besteht, wie das Mikroskop zeigt, aus Körner von wenig wechselnder Grösse, welche Bruchteile eines Millimeters beträgt. Am grössten sind einzelne grüne Glimmerblättchen, nämlich $^3/_4$ mm. Als mineralische Bestandteile ergeben sich grüne und bräunlichgrüne Glimmerblättchen, unverzwillingter und gestreifter Feldspath, grüne Hornblende, ganz spärlich Quarz, dagegen sehr reichlich bimssteinartiges blasenreiches, farbloses Glas mit und ohne Mikrolithen. Alle Mineralien und Bestandteile sind vollständig frisch, Zersetzungsprodukte und thonige Substanzen fehlen ganz. Man kann danach diese Probe als **Andesitbimssteinpulver** bezeichnen, und es fragt sich, woher rührt dieses vulkanische Produkt, da, wie oben erwähnt, Vulkane und vulkanische Gesteine in der Cordillere von Bogotá überhaupt nicht bekannt sind. Eine wahrscheinliche Antwort erhalten wir durch das unten zu beschreibende Auftreten vulkanischen Staubes im Alluvialboden bei Leiva. Beide Vorkommnisse sind als Ablagerungen **verwehter vulkanischer Asche** aufzufassen, welche wahrscheinlich vom Tolima oder vom Páramo de Ruiz ausgeworfen worden ist. Auffällig erscheint allerdings die grosse, nach der Bohrtafel a. v. S. 1,52 m betragende Mächtigkeit der Aschenschicht. Da dieselbe in einer Tiefe von 56 m beginnt, stellt sie den Absatz eines weit zurückliegenden, vielleicht altquartären Ausbruches dar. Aus dem Gesagten erklärt sich auch die Beimengung andesitischer Mineralien in anderen Bohrproben.

c. Die Salzwerke von Zipaquirá und Sesquilé.

Litteraturverzeichnis No. 1, 17/8, 72, 92, 106—108.

SCHUMACHER Litt. No. 92 giebt in Anm. 62 auf S. 467 die ältere Litteratur.

HETTNER Litt. No. 107 mit einem Kärtchen von Zipaquirá und einem Profil (No. 3).

(STÜBELsche Sammlung No. 82—117, REISSsche Sammlung 49 Stück.)

Den hierüber von HETTNER gemachten Angaben ist nur weniges hinzuzufügen. Der Salzthon von Cipaquirá, in dem das Steinsalz sich eingebettet findet, enthält Pyrit in schönen, bis 35 mm grossen Pentagondodekaedern, welche zuweilen nach einer Axe verzerrt sind, so dass nur zwei Flächen, die zur verlängerten Axe senkrechten, die ursprüngliche Form besitzen, ferner in kleinen braun angelaufenen Würfeln.

Weiter finden sich darin auf Klüften weisse durchscheinende Kalkspathkrystalle bis zu einer Grösse von 10 mm, welche nur die Form *f* (— 2 R.) in schöner Ausbildung zeigen. Kleine Eisenspathrhomboëder erreichen nicht mehr als $1^1/_2$ mm.

Auch der steinsalzhaltige Guaduasthon von Sesquilé birgt Pyrit ebenfalls in Pentagondodekaedern (4 mm), gelbrote körnige Zinkblende, Gyps in grossen schwalbenschwanzförmigen Zwillingen nach (100) (105 mm).

Als örtliche Quellenbildung tritt in der Nähe der Saline von Zipaquirá ein gelblichweisser Aragonitsinter (No. 84) auf. Er ist feingebändert und besteht aus papierdünnen weissen, gelben, braunen und schwärzlichen Lagen. U. d. M. zeigt er Sphärolithstruktur. Die Kügelchen, welche häufig nicht vollständig ausgebildet sind, werden von radialgestellten Fasern zusammengesetzt; randlich tritt zuweilen eine concentrischschalige Braunfärbung auf. — Ein Faseralaun (No. 97) (Alaunasbest) aus der Gegend von Zipaquirá besteht aus feinen gebogenen, weiss und gelb gefärbten Fasern von Alaun.

d. Die Eisenmine von Pacho.

Litteraturverzeichnis No. 106, 107.

(STÜBELsche Sammlung No. 118—127, REISSsche Sammlung 10 Stück.)

Das hauptsächlich verhüttete Erz dieser Eisengrube, welche seit den zwanziger Jahren bis vor kurzem die einzige im ganzen Lande geblieben ist, scheint ein körniges Roteisen zu sein. Es bildet Bänke in einem hellgrauen, weichen, etwas abfärbenden Thonschiefer der Villetaschichten. In drusenartigen Hohlräumen und auf Klüften kommt es in ausgezeichneten Pseudomorphosen wahrscheinlich nach Eisenspath vor in ebensogrossen scharfen Rhomboedern —2 R, wie sie oben am Kalkspath von Zipaquirá erwähnt wurden. Roter Eisenocker und Brauneisen umkleiden einige der Probestücke und durchtränken die Schiefer.

e. Smaragdgruben von Muzo.

Litteraturverzeichnis No. 9, 9a, 72, 106, 107.

No. 107 HETTNER giebt ein Profil (4).

(STÜBELsche Sammlung No. 128—153, REISSsche Sammlung 31 Stück.)

Litteratur über den Smaragd von Muzo.

Neues Jahrbuch f. Mineralogie 1833, 73. (Kurze Bemerkungen über einen 46 mm dicken, 50 mm grossen Smaragdkrystall.)

KENNGOTT, A., *Übersicht der Resultate mineralogischer Forschungen. 1856, 124; 1858, 106.*

LEWY, M. B., *Recherches sur la formation et la composition des émeraudes. Ann. chimie et physique 1858,* ***53****, 5—26.*

NÖGGERATH, J., *Der Smaragd.* WESTERMANNS *Monatshefte, 1858, III, 164 ff.*

RAMMELSBERG, C., *Handbuch der Mineralchemie 1860, 554/5.* (*Analysen von* VAUQUELIN, KLAPROTH, SCHLIEPER und LEWY.)

WÖHLER, F., *Über das Färbende im Smaragd.* POGG. *Annalen 1864,* ***122****, 492—494.*

KENNGOTT, *Über die alkalische Reaktion einiger Mineralien. N. J. f. M. 1867, 780 ff.*

BOUSSINGAULT, J., *Analyse de l'émeraude morallon des mines de Muso. Compt. rend. 1869,* ***69****, 1249—1253.*

SCHRAUF, A., *Edelsteinkunde 1869, 135.*

DES CLOIZEAUX, *Manuel de Minéralogie 1874 I, 365.*

Schumacher, H. A., *Die columbianischen Smaragden. Zeitschr. Gesellsch. Erdk. Berlin 1875, X, 38—62. Vergl. auch dens., Südam. Studien, 539 Anm. 148.*
Bertrand, *Bull. soc. min. Paris 1879,* **2**, *31.*
Urba, C., *Min. Notizen. Zeitschr. Kryst. 1881,* **5**, *430—432.*
Groth, P., *Einige Erwerbungen der Strassburger Universitätssammlung. Zeitschr. Kryst. 1881,* **5**, *496.*
Brauns, *Optische Anomalien 1891, 193.*
Dana, *System of Mineralogy 1892, 407 (Analyse).*
Jannetaz, *Note sur le calcaire noir renfermant les émeraudes de Muso. Bull. soc. min. Paris 1892,* **15**, *131—133. Ref.: N. J. f. M. 1894, I, 257.*
Bauer, M., *Edelsteinkunde 1896, 354—358.* (Giebt eine sehr ausführliche Darstellung des Smaragdes von Muzo und eines benachbarten erschöpften Fundortes in mineralogischer, geologischer, geschichtlicher und technischer Beziehung.)
Hintze, C., *Handbuch der Mineralogie 1897, II, 1289ff.*

Litteratur über den Parisit von Muzo.

Bunsen, *Über den Parisit, ein neues Cerfossil.* Liebig's *Annalen 1845,* **53**, 147—156.
Damour, A., et Sainte-Claire Deville, *Nouvelle analyse de la parisite. Compt. rend. 1864,* **59**, *270—275. Bericht darüber im Journal f. prakt. Chemie 1865,* **95**, *443—445.*
Descloizeaux, *Manuel de Minéralogie 1874, II, 162.*
Rammelsberg, C., *Mineralchemie 1860, 246*; *1875, 250/1*; *Ergänz.-Heft 1886, 177.*
Guyot de Grandmaison, *Description of a crystall of parisite. Min. Mag. 1885, VI, 123.*
Urba, C., *Ber. Böhm. Ges. 1886, 647.*
—— *Parisit von Muzo. Zeitschr. Kryst. 1888,* **15**, *210.*

Der Smaragd und Parisit von Muzo sind nebst ihrem Muttergestein bis in die neueste Zeit schon so oft Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen, dass hier von einer ausführlichen Darstellung abgesehen werden muss. Auch eine Zusammenfassung der bisherigen Studien über den Smaragd von Muzo würde nur eine Wiederholung dessen sein, was Hintze und namentlich Bauer geben. Nur einige Bemerkungen mögen Platz finden.

Die Ansicht Schumachers (S. 39), dass der sogenannte Perusmaragd nie in Perú gefunden worden ist, sondern nur aus Colombia stammt, scheint nicht richtig zu sein, da Bauer sowohl wie Dölter und andere das Mantathal bei Puerto viejo in Perú als Fundstätte anführen, die aber, wahrscheinlich lange erschöpft, nicht wieder aufgefunden worden ist.

Der kostbare Edelstein Colombiens, „den schon die alten Indianer kannten und der für die Spanier, ähnlich wie das Gold, ein Hauptlockmittel der Eroberungszüge bildete" (Hettner, Litt. Nr. 106, S. 285), findet sich auf Kalkspathgängen eines der Kreideformation und zwar den Villetaschichten angehörigen schwarzen, Ammoniten führenden Schiefers etwa zwei Stunden westlich von dem Orte Muzo. Sehr wechselnd

und irrtümlich sind die Angaben über diesen Schiefer und das Gangmineral. So sagt KARSTEN (Nr. 72, S. 27): „Cette roche est traversée de veines quartzeuses contenant des émeraudes.“ Ganz im Irrtum befand sich HUMBOLDT, wenn er schrieb[1]): „Die Smaragde von Muzo habe ich für ein von Hornblendeschiefer, der dem (Ur-) Glimmerschiefer untergeordnet ist, eingeschlossenes Lager gehalten.“ Und Litt. No. 9a, S. 219 spricht er von dem kohlenstoffreichen Hornblendeschiefer von Muzo u. s. w. Diese Angaben sind vielfach in spätere Darstellungen übergegangen. An anderen Orten wird der schwarze Schiefer von Muzo als Thonschiefer oder als bituminöser Kalk bezeichnet. Auch diese beiden Benennungen sind nach früheren genaueren Untersuchungen und nach den mir vorliegenden Proben nicht richtig.

Dem Verfasser liegt das Muttergestein des Smaragdes in zwei scheinbar von einander verschiedenen Ausbildungen vor, in einer festeren dickschiefrigen und in einer dünnschiefrigen, weichen, leicht zerreiblichen Art, welche in kleinere Täfelchen und erdiges Material zerfällt. Beide wechsellagern miteinander, die erste bildet einige Zoll dicke Schichten in der zweiten. Vielleicht ist die erste Art das ursprüngliche festere Gestein und die Beschaffenheit des zweiten nur die Folge nachträglicher Auflösung des ersten. Nach einer qualitativen Analyse und nach der mikroskopischen Untersuchung muss der schwarze Schiefer von Muzo als ein äusserst kohlenstoffreicher Kalkschiefer bezeichnet werden. Thonerde ist nur in verschwindender Menge darin vorhanden. Wenn aus dem Gesteinspulver durch Salzsäure der kohlensaure Kalk entfernt ist, bleibt ein schwarzer Kohlestaub zurück. Derselbe verbrennt mit Aschenrückstand leicht auf dem Platinblech in der Hitze des gewöhnlichen Gasbrenners. Ein bituminöser Geruch trat dabei nicht auf, derselbe fehlt auch dem Gestein. JANNETAZ nennt diesen Kohlenstoff darum wohl mit Recht Anthracit.

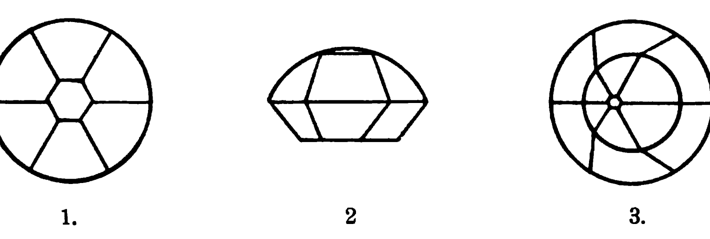
In dem geringen Ascherückstand finden sich winzige runde Körnchen und zierliche Säulen eines stärker lichtbrechenden Minerales, welches der Verfasser vorläufig für Smaragd hielt. Eine chemische Bestimmung war wegen der kleinen Menge zunächst nicht möglich. Die Vermutung des Verfassers wurde nachträglich gestützt durch das Bekanntwerden mit den Untersuchungen von LEWY und SENARMONT. Der letztere fand mikroskopisch im Kalk kleine Krystalle mit dem Charakter des Smaragdes (LEWY, S. 20). LEWY giebt die chemische Zusammensetzung des Gesteines, „dessen Bänke und Adern nicht gleich sind“, folgendermassen an:

$CaCO^3$	47,8
$MgCO^3$	16,7
MnO	0,5
SiO^2	24,4
Al^2O^3	5,5
BeO	0,5
Fe^2O^3	2,6
Pyrit	0,6
Alkalien	2,6
	101,2.

1) Litt. No. 9, S. 81; No. 9a, S. 87.

Es ist mehrfach in Frage gestellt worden, dass der Smaragd von Muzo sich in den Kalkspathgängen auf primärer Lagerstätte befindet. So sagt GROTH[1]): „Da das Mineral sonst nur in Urgesteinen, besonders im Glimmerschiefer vorkommt, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass das Vorkommen auf den Kalkspathgängen von Columbien ein sekundäres ist, dass also die aus ihrem ursprünglichen Muttergestein herausgewitterten und in die Spalten eingeschwemmten Krystalle hier von einer aus Wasser abgesetzten Kalkbildung umhüllt wurden." In ähnlicher Weise äussert sich DÖLTER[2]), während BAUER[3]) diese Annahme für unbegründet hält.

Herr Dr. STÜBEL schreibt in dieser Angelegenheit: „Wenn die von GROTH geäusserte Ansicht richtig sein sollte, dann müsste das Gleiche auch für den Parisit und andere mit dem Smaragd paragenetisch verbundene Mineralien angenommen werden. Das Auftreten des Smaragdes, besonders das sehr feiner nadelförmiger, in Drusenräumen der Kalkspathgänge und dünnen Adern freistehender Krystalle widerspricht jedoch der Annahme, dass sich der Smaragd hier auf sekundärer Lagerstätte befindet, auf das Bestimmteste. Im Gegenteil wird das Vorkommen von Muzo gerade dadurch überaus lehrreich, dass die Bildung des Smaragdes in einem unzweifelhaften Sedimentgestein hier unwiderleglich dargethan wird."



Geschliffener Smaragd von Muzo. Doppelte Grösse.
1) Von oben, 2) von der Seite, 3) von unten.

Herr DR. STÜBEL erhielt 1868 von Herrn BENEDIX KOPPEL als Geschenk einen geschliffenen Smaragd von Muzo, welcher, in obenstehender Figur in doppelter Grösse abgebildet, merkwürdig und der Beachtung wert ist. Die grösste Breite, d. i. der Durchmesser des äquatorialen Randes, beträgt 10,5 mm, die Höhe 6 mm, der Durchmesser der ebenen unteren Kreisfläche 6 mm. Der geschliffene Stein zeigt eine scharfe Teilung in 7 Stücke, in ein mittleres sechsseitig pyramidenförmiges und 6 randliche. Die Grenzen der letzteren verlaufen radial und genau nach den Kanten des mittleren Teiles. Dieser ist nicht senkrecht zu seiner Längsaxe getroffen, sondern, wie die Figur zeigt, schief gerichtet, so dass seine obere in der Diagonale etwa 3 mm messende, ebenso seine untere etwa 1 mm breite Querschnittsfigur in Wirklichkeit verzerrte Sechsecke darstellen. Eine weitere Folge ist die excentrische Lage des unteren Pyramidenendes und die verschiedene Grösse der Randteile. Die Grenzen der Teile erscheinen schwarz, ebenso der kleine Querschnitt der Pyramide, wahrscheinlich sind sie mit Kohle oder mit Schiefermaterial besetzt. Zunächst ist es vollständig ausgeschlossen, dass ein anderes Mineral als Smaragd vorliegt. Das zu 2,653 bestimmte specifische Gewicht bleibt zwar hinter dem des Smaragdes = 2,71—2,76 etwas zurück, jedenfalls nur wegen der Bestimmungs-

1) Edelsteinkunde 1887, S. 107.
2) Edelsteinkunde 1893, 107.
3) Edelsteinkunde 1896, 352.

art mit dem Pyknometer und wegen der erwähnten Beimengungen, schliesst aber alle anderen etwa in Betracht kommenden Mineralien (ganz abgesehen von der Farbe) wie Alexandrit (3,65 ... 3,8) aus, an den man wegen der Zwillingsbildungen (Chrysoberyll) denken könnte.

Man ist geneigt, den vorliegenden Stein für künstlich zusammengesetzt zu halten. Das eingeholte Urteil eines erfahrenen Juweliers bezeichnete dies in dem gegenwärtigen Fall als unmöglich. Ausserdem scheint der auf den Grenzen der Teile befindliche Kohlenstaub für natürliche Bildung zu sprechen und zugleich die primäre Entstehung des Smaragdes in dem Schiefer zu beglaubigen.

Danach muss man an eine Viellingsverwachsung denken. Leider lieferte die optische Untersuchung besonders im konvergenten polarisierten Licht kein genügendes Ergebnis für eine etwaige gesetzmässige Stellung der Randteile zu einander und zum mittleren Kern. Der letztere empfängt durch den kleinen geschwärzten Querschnitt auf der ebenen Unterseite des Steines wenig oder kein Licht. Und nur in einem der Randstücke konnte ein undeutliches Ringsystem bemerkt werden. Da es ausserdem eine ähnliche Bildung an den holoedrisch hexagonalen Mineralien nicht giebt, muss die Deutung dieses Smaragdes einstweilen dahingestellt bleiben.

Mineralien von Muzo.

Auf den Schichtflächen, besonders aber auf den quer zur Schichtung verlaufenden Klüften des Schiefers hat sich weisser *Kalkspath* in hautartigen Überzügen und in grösseren späthigen Massen und Krystallen angesiedelt. Häufig schliessen diese Kalkspathadern Bruchstücke und Schollen des schwarzen Schiefers ein, so dass wahre Gangbreccien entstehen.

Der *Gangkalkspath* ist meist grob- bis grossspäthig und liegt in recht grossen Spaltungsrhomboedern vor. Ein Gangstück zeigt faserig ausgebildeten Kalk. Durch Zerfall in kleinere Körner wird der Calcit stellenweise milchig trüb und löst sich schliesslich in ein feines Pulver, in eine wahre Kalkerde auf, die dann Bruchstücke der Gangmineralien enthält. Eine der Pulverproben ist reich an eckigen Smaragdkörnern.

Neben dem Smaragd führen die Kalkspathgänge und Schiefer folgende Mineralien (nach den vorliegenden Proben):

Parisit als seltenstes Mineral in bis 13 mm grossen Krystallen.

Quarz als vollständig wasserhellen *Bergkrystall*, bis 28 mm grosse sitzende wohlausgebildete Krystalle mit Trapezoëderflächen.

Flussspath, fast wasserhell mit grünlichem Schein, bis 45 mm grosse Bruchstücke ohne Krystallflächen.

Aragonit, weiss, radialstrahlige, aus $2-2\frac{1}{2}$ mm langen Nadeln gebildete Gruppen.

Eisenblüte in den charakteristischen weissen stalaktitischen Gestalten, aus einer Kluft der Kalkspathgänge, welche auch Aragonit führen.

Pyrit, im Schiefer selbst, auf den Klüften und in den smaragdführenden Calcitgängen. $\infty O \infty$ und $\frac{\infty O 2}{2} \cdot \infty O \infty$ bis 30 mm dick. Braun angelaufene Krystalle im Calcitgang eingewachsen vom Aufbruch *Jerena*.

Muscovit, silberweiss und -glänzend, stellenweise hellgrün in 1 mm grossen Blättchen auf den Schichtflächen eines Kalkschiefers vom Wege, welcher der Wasserleitung entlang führt.

Bei Jerena findet sich in grösseren Massen dem schwarzen Schiefer ein dichter Kalkstein eingelagert, welcher durch gelbe, hellgraue und schwärzliche Lagen feingebändert erscheint. Pyrit ist in kleinen, mit blossem Auge noch gut erkennbaren glänzenden Kryställchen eingestreut und reichert sich in Lagen parallel zur Streifung an.

Als lokale Bildung hat sich der kohlensaure Kalk im unteren Teil der Grube Jerena als gelblichweisser und gelbbrauner poröser Kalktuff abgeschieden.

An mehreren Stellen liegt über dem schwarzen Schiefer ein braungelber lehmartiger Thon, welcher haselnussgrosse Gerölle führt. Er wird zum Mauerwerk der Hütten verwendet.

Im Rio Minero auf dem Weg nach den Smaragdgruben wurde ein merkwürdiges, wegen seiner geringen Härte als Serpentin bezeichnetes Gestein (No. 153) gesammelt. Es ist dicht, von hellgrüngrauer Farbe und zeigt zahlreiche bis 3 und 4 mm grosse, wenig scharf begrenzte blaugrüne Flecke. Einige der letzteren enthalten kleine Hohlräume, welche drusenartig von zierlichen Blättchen eines grünen Glimmerminerales ausgekleidet werden. U. d. M. erblickt man eine gleichmässige lichtgraue trübe Masse, welche, wie stärkere Vergrösserung und Betrachtung zwischen + Nic. zeigen, vorwiegend aus winzigen gelblichen und grünlichen Schüppchen von Glimmer oder Talk zu bestehen scheint; nur einzelne kleine runde Quärzchen finden sich eingestreut. Grössere dunkelbraunwolkige, unregelmässig, zuweilen rechteckig begrenzte Partien lassen an gänzlich zersetzten porphyrischen Feldspath denken. Die oben erwähnten grünen Flecken entbehren jeder regelmässigen krystallographischen Begrenzung, bestehen aus kräftiger grün gefärbten, wie Chlorit polarisierenden Schüppchen und Leistchen und könnten für die Zersetzungsprodukte von dunklen Mineralien und das Gestein nach dem Gesagten für einen eigentümlich zersetzten Porphyrit (?) gehalten werden.

f. Nach Leiva und Santa Rosa.

Litteraturverzeichnis No. 72, 90, 106—108.
No. 107. Hettner, Geologische Übersichtskarte Taf. 1 und Profile 4—6 auf Taf. 2.
(Stübelsche Sammlung No. 154—172, Reisssche Sammlung 21 Stück.)

Eine Eigentümlichkeit der Cordillere von Bogotá ist, wie früher erwähnt wurde, die geringe Verbreitung und Mannigfaltigkeit der alten krystallinischen Gesteine. Dieselben treten nach Hettner (Litt. Nr. 107, S. 17; Nr. 108, S. 226—230) erst nördlich von 6° auf und sind von demselben an zahlreichen Orten angetroffen worden, Gneiss, Amphibolit, Thonglimmerschiefer, Quarzit, Granit, Granitporphyr, Diabas. Aus derselben Gegend beschreibt Žujović „Granulite“ (der Franzosen) (Litt. Nr. 90, S. 56—58), Hornblendegranit und den „einzigen eigentlichen Porphyr (porphyre petrosiliceux) von Bucaramanga, dessen Orthoklas in Talk zersetzt ist, und der, wenn er junge Schichten durchsetzt, auch ein Rhyolith sein kann“.

In der Stübelschen Sammlung finden sich ein Granit und ein Quarzporphyr aus dem Gebiet. Der Granit, einem Block bei Santa Rosa entnommen, stammt vermutlich vom Cerro de Tibe bei Serinza, wo nach Hettner (Litt. No. 107, S. 38 Abschn. 9d) unbedeutende Granitmassen vorkommen.

Der vorliegende Granit (No. 170) ist mittel- bis kleinkörnig, nicht mehr frisch. U. d. M. lässt die starke Trübung der automorphen Feldspäthe nicht mehr die Unterscheidung von Ortho- und Plagioklas zu. Der dunkle Gemengteil, welcher wohl nur Biotit war, ist zum grössten Teil in Chlorit, Epidot und Brauneisen zersetzt. Die Abweichungen dieses Granites von dem des Cerro de Tibe (Litt. No. 108, S. 228) können wegen ihrer Geringfügigkeit nicht gegen den letzten Ort als Ursprungsstelle sprechen.

Ein tuffähnlicher Quarzporphyr (Nr. 169), welcher in Santa Rosa als Baustein benutzt wird, scheint gleich dem von Hettner und Linck (S. 229) beschriebenen zwischen Mogotes und Joaquin (nördlich von Santa Rosa) vorkommenden Gestein zu sein.

In einer rötlichvioletten tuffähnlichen Grundmasse liegen nur wenige kleine, 1 mm kaum übersteigende Körner von Quarz und Feldspath. Glimmer in vereinzelten gebleichten oder zu Eisenoxyd zersetzten Leisten wird erst unter dem Mikroskop erkannt. Die Grundmasse ist sehr feinkörnig adiagnostisch und massenhaft erfüllt von winzigen gelblichen (Sericit-)Schüppchen und Ferritkörnchen. Über die Art des Vorkommens der Porphyre in diesem Kreidegebiet scheint bisher nichts bekannt zu sein.

Von grossem Interesse ist das Vorkommen **vulkanischen Staubes,** welcher als ein weisses mehlartiges Pulver eine dünne Schicht im Alluvialboden bei der Villa de Leiva bildet. Derselbe muss, da Vulkane und deren Produkte in der Cordillere von Bogotá bisher unbekannt sind, von weit her geweht worden sein. Als Ursprungsort kommen die nächsten in der Mittelcordillere gelegenen Vulkane Tolima und Páramo de Ruiz in Betracht. Ihre Entfernung von Leiva beträgt etwa 200 km. Irgend welcher Zweifel an der Möglichkeit eines solchen Verwehens kann nicht bestehen, da zur Genüge bekannt ist, dass vulkanische Aschen noch weiter getragen worden sind. Es sei nur erinnert an Aschenregen, welche, von den Vulkanen Islands ausgehend, sich 250 km weit bis nach Stockholm erstreckten, oder an die ungeheure Aschenausbreitung des berühmten Krakatauausbruches im Jahre 1883.

Meteoreisen von Santa Rosa.

Litteratur über die Meteoreisen von Santa Rosa, Tocavita und Rasgatá.

1823. *Brief von* Boussingault an Humboldt. *Ann. Chim. et Phys.* ***24**, 415.*

1824. Roulin et Boussingault siehe Litteraturverzeichnis No. 21.

1824. Chladni, E. F. F., *Neue Beiträge zur Kenntnis der Feuermeteore und der herabgefallenen Massen. Pogg. Ann.* ***2**, 159—161.*

1826. Seebeck, T. J., *Über die magnetische Polarisation der Metalle und Erze durch Temperaturdifferenz. Pogg. Ann.* ***6**, 144.*

1832. Hoff, K. E. A. von, *Neue Beiträge zu* Chladni's *Verzeichnissen von Feuermeteoren und herabgefallenen Massen. Pogg. Ann.* **24**, *232.*

1843. Partsch, P., *Die Meteoriten oder vom Himmel gefallene Steine und Eisenmassen im k. k. Hof-Mineralien-Kabinette zu Wien. 125—128.*

1852. Wöhler, F., *Analyse des Meteoreisens von Rasgatá in Neugranada, mit Notizen über das Vorkommen und die physikalischen Eigenschaften desselben von Direktor* Partsch. *Sitzber. Wiener Ak. W.* **8**, *496—504, Taf. 27. Vergl. auch Ann. Chem. u. Pharm. 1852,* **82**, *233—247 und N. J. f. M. 1853, 54—58.*

1852. —— *Passiver Zustand des Meteoreisens. Pogg. Ann.* **85**, *448.*

1857. Arago, D. F., *Astronomie populaire* **4**, *196/7; 228—229. Paris und Leipzig.*

1859. Reichenbach, K. von, *Anordnung und Einteilung der Meteoriten. Pogg. Ann.* **107**, *175/6.*

—— *Über die chemische Beschaffenheit der Meteoriten. Ebend. 359.*

—— *Über die Zeitfolge und die Bildungsweise der näheren Bestandteile der Meteoriten. Ebend.* **108**, *457.*

1860. Rümler nach Rammelsberg, *Handbuch der Mineralchemie. 914.*

1861. Reichenbach, K. von, *Über das innere Gefüge der näheren Bestandteile des Meteoreisens. Pogg. Ann.* **114**, *100.*

—— *Über die näheren Bestandteile des Meteoreisens. Ebend.* **114**, *255, 268/9, 273, 488/9.*

—— *Über die näheren Bestandteile des Meteoreisens. Pogg. Ann.* **115**, *149, 151, 621, 628, 630.*

1863. Rose, G., *Beschreibung und Einteilung der Meteoriten auf Grund der Sammlung im min. Museum zu Berlin. Abh. Ak. W. Berlin. 67—69.*

1865. Reichenbach, K. von, *Die schwarzen Linien und Ablösungen in den Meteoriten. Pogg. Ann.* **125**, *437.*

1884. Lasaulx, A. von, siehe Litt. No. 98.

1884. Meunier, *Météorites 110. Paris.*

1885. Brezina, K., *Die Meteoritensammlung des k. k. min. Hofkabinetes in Wien am 1. Mai 1885. Jahrb. k. k. g. R. A.* **38**, *220, 267.*

1888. Hettner, A., siehe Litt. No. 106, S. 304.

1893. Meunier, *Revision des fers météoriques de la collection du musée d'histoire naturelle. Bull. soc. d'Hist. Nat. d'Autun. VI, 70/1.*

1894. Cohen, E., *Meteoreisen-Studien III. Annalen des k. k. naturhist. Hofmuseums. Wien.* **9**, *111—113.*

1885. —— *Dasselbe IV. Ebend.* **10**, *90.*

1895. Brezina, K., *Die Meteoritensammlung des k. k. naturhist. Hofmuseums am 1. Mai 1895. Annalen des k. k. naturhist. Hofmuseums. Wien.* **10**, *336.*

1896. Fletcher, *An introduction to the study of meteorites etc. London. S. 69.*

1897. Wülfing, E. A., *Die Meteoriten in Sammlungen und ihre Litteratur etc. Tübingen. S. 293.*

1898. Cohen, E., *Meteoreisen-Studien VIII. Annalen etc.* **13**, *131—145.*

Auf der Plaza von Santa Rosa ist unter Bäumen ein grosser Eisenblock aufgestellt, welcher 1810 auf dem Hügel von Tocavita gefunden wurde und für Meteoreisen gehalten wird. HETTNER (No. 106, S. 304 mit Anm.) bezweifelt den meteorischen Ursprung dieses Eisenblockes, „da das Gestein, welches am Cerro von Tocavita ansteht, vielfach Einlagerungen von Eisenerz enthält", obwohl BOUSSINGAULT[1]) und in neuerer Zeit LASAULX[2]) auf Grund ihrer Untersuchungen die meteorische Natur so gut wie sicher erwiesen hatten. Aus LASAULX' Darstellung, welcher Abbildungen des Blockes beigegeben sind, möge angeführt werden:

„BOUSSINGAULT gab das Volumen des Blockes auf 102 cbdm an, das Gewicht auf 15 Ctr. Nach STÜBELS Angaben besitzt der Block circa 0,70 m Länge, 0,60 m Breite und 0,50 m Höhe (Abbild. S. 151). Die Eisenmasse hat eine sehr löcherige (cavernöse) Oberfläche.

Das Eisenstück von Santa Rosa zeigt eine Art körniger Struktur, ist sehr hart und zähe und nimmt eine gute Politur an. Beim Ätzen zeigt sich keinerlei Spur der WIDMANNSTÄDTschen Figuren. Dagegen wird die Ätzfläche fleckig, matt; die erwähnte körnige Struktur tritt noch deutlicher hervor. Man nimmt mit der Lupe kleine rundliche oder langgezogene Wülstchen wahr, auf denen ähnliche, aber noch kleinere, oft streifig angeordnete, glänzend gebliebene Teile sichtbar sind."

In der STÜBELschen Sammlung befinden sich ein grösseres Stück (67 g) und mehrere kleinere, zusammen 10 g schwer. An einem der letzteren wurden polierte ebene Flächen hergestellt und die Flächen geätzt. Es entstanden im Gegensatz zu LASAULX' Angaben leicht die WIDMANNSTÄDTschen Figuren, von denen COHEN[3]) sagt: „Nach dem jetzigen Standpunkt unserer Kenntnis dürfte das Auftreten der WIDMANNSTÄDTschen Figuren wohl das sicherste Merkmal für den meteorischen Ursprung eines Nickeleisens sein."

Wie früher LASAULX, so hat neuerdings Herr Prof. E. COHEN die Meteoreisen der REISS-STÜBELschen Sammlungen genauer untersucht. Letzterer sandte mir während des Druckes dieses Bandes das Manuskript seiner Abhandlung „Meteoreisen-Studien VIII" (siehe oben) in liebenswürdigster Weise zu freier Benutzung. Aus demselben konnte das obenstehende, wohl vollständige Verzeichnis der Litteratur über die colombianischen Meteoriten zusammengestellt werden. Weiter entnehme ich der gleichen Quelle folgende Hauptergebnisse:

Der Meteoreisenblock auf dem Marktplatz von Santa Rosa gehört zu den oktaëdrischen Eisen mit grosskörniger Struktur (Gruppe Zacatecas), wenn auch die Abgrenzung der grossen Körner gegeneinander nicht so scharf wie gewöhnlich hervortritt. Die chemische Zusammensetzung ist nach Analysen von Herrn O. SJÖSTRÖM:

---

1) Litt. No. 21. 2) Litt. No. 98. 3) E. COHEN, Meteoritenkunde 1894, 84/5.

Gesamtzusammensetzung:			Nickeleisen nach Abzug von Schwefeleisen und Phosphornickeleisen:
Fe	92,30	. . . .	93,02
Ni	6,52	. . . .	6,06
Co	0,78	. . . .	0,72
Cu	0,02	. . . .	0,02
Cr	Spur	. . . .	Spur
C	0,18	. . . .	0,18
P	0,36		
S	0,04		
	100,20		100,00

Daraus ergiebt sich als mineralogische Zusammensetzung:

Nickeleisen	97,55
Phosphornickeleisen	2,34
Schwefeleisen	0,11
	100,00

Das Ausbleiben der Widmannstädtschen Figuren bei Lasaulx' Untersuchungen erklärt sich aus dem Umstand, dass das von ihm benutzte grosse Stück der Stübelschen Sammlung durch die gewaltsame Abtrennung mit Meisseln von dem grossen Block in seiner Struktur stark gestört worden ist, während ein 233 1/3 g schweres Stück der Reissschen Sammlung, welches sich jetzt in der mineralogischen Sammlung der Universität Berlin befindet, ebenso wie die schon erwähnten kleinen Stücke der Stübelschen Sammlung Widmannstädtsche Figuren lieferten und die Struktur erkennen liessen.

g. Nach den Llanos von San Martin.

A. Hettner, Litt. No. 106, S. 263—278, No. 107, S. 35, Taf. I, 1. Geol. Übersicht, Taf. II, Profil 2 u. 3.
(Stübelsche Sammlung No. 173—302.)

Der Weg von Bogotá über Cipaqué, Cáqueza, Quetame, Villavicencio nach den Llanos von San Martin führt nach Hettner durch die Guadalupe-, Villeta-, Quetame-, abermals durch einen schmäleren Streifen von Guadalupeschichten in das Quartär, der Rückweg von Cabujaro über Medina, Gachalá, Gachetá nach Guatavita umgekehrt aus dem Quartär durch denselben schmalen Streifen von Guadalupeschichten, dann durch Guaduas-, Guadalupe-, Villeta- und wiederum Guadalupeschichten. Mit Ausnahme der Quetameschichten gehören alle die genannten der Kreide an. Von den Quetameschichten, aus Quarzit und Thonschiefer bestehend, kennt man das Alter nicht. Von dem obenerwähnten Hinweg nach den Llanos erwähnt Hettner eigentümlich grüne und blaue Thonschiefer, Quarzit und quarzitisches Konglomerat der Quetameschichten. In der Stübelschen Sammlung befindet sich nun ein solcher grüner

Schiefer (No. 173), welcher zweifellos aus den Quetameschichten stammt; denn er wurde unterhalb Quetame anstehend gefunden. Es ist ein graugrünes, stengelig-schiefriges Gestein, das aber keinesfalls als Thonschiefer bezeichnet werden kann, sondern ein echter, durchaus krystalliner Phyllit ist. Seiner petrographischen Beschaffenheit nach gehört er zu den sogenannten Schistiten (Kalkowsky, Lithologie 250) und gleicht mikroskopisch z. B. vollständig den Phylliten (Schistiten) von Hundsgrün und Rebersreuth im sächsischen Vogtland.

In einer mikroskopisch feinkörnigen Quarzmasse sind lichtgrüne und gelbliche winzige Glimmerschuppen dichter und lockerer verteilt; kurze aber breite, verworren lamellierte Glimmerleisten besitzen meist eine kräftiger grüne Farbe. Bei schwacher Vergrösserung erkennbare, parallele schwarze Linien lösen sich bei stärkerer Vergrösserung in Anhäufungen von kurzen Rutilsäulchen auf, welche auch im übrigen Gestein verstreut sind. Turmalin ist der einzige noch zu erwähnende Gemengteil.

Genau dasselbe Gestein wurde als Geröll im Rio Gasaunta[1]) bei Toquisa am Weg von Medina nach Gachalá gefunden, so dass man vermuten kann, die Quetameschichten sind auch in diesem Gebiet vorhanden und bilden, wie man beim Betrachten der Hettnerschen Karte schon anzunehmen versucht ist, die nördliche und nordnordöstliche Fortsetzung der Schichten bei Quetame.

Dagegen hat ein braunroter dünnschiefriger Thonschiefer, der die Berge zwischen der Quebrada de Pipiral und dem Alto de Buenavista am Weg nach Villavicencio bildet, durchaus sedimentären Charakter. Er gehört vermutlich mit dem von Hettner erwähnten (Litt. No. 107, S. 35, Abschnitt 6b) schwarzen Schiefer am Alto de Buenavista geologisch zusammen.

Dieser rote Thonschiefer zeigt unter dem Mikroskop in einer massenhaft von Eisenglanzkörnchen erfüllten thonigschlammigen Masse zahlreiche Splitter von Quarz, vereinzelt Turmalinbruchstücke.

Auch im nördlichen Gebiet scheint den Phyllit ein solcher roter Thonschiefer (No. 188) zu begleiten, denn er wurde ebenfalls im Rio Gasaunta bei Toquisa gefunden. Er ist aber hier mehr dickschiefrig und es wechseln rote und graugrüne Varietäten.

Seine mikroskopische Zusammensetzung und Struktur weicht dagegen sehr von dem ersten Thonschiefer ab, indem hier die ebenfalls eisenreiche thonige Masse mehr in den Hintergrund tritt und nur das Bindemittel für die vorherrschenden Quarzkörner und farblosen und hellgrünen Glimmerleisten bildet. Als glimmerig-sandiger Thonschiefer wäre demnach dieses Gestein seiner mikroskopischen Beschaffenheit gemäss zu bezeichnen.

---

1) Auf der Karte von Codazzi steht Gasaunta, während Mosquera, Diccionario geográfico de los Estados Unidos de Colombia Gasanuta schreibt.

Ob ein schwarzgrauer Thonschiefer (No. 192) vom Salto del Diablo, welcher den höchsten Kamm des Gebirges zwischen Medina und Gachalá zusammensetzt und der mit Sandsteinen wechsellagert, auch zu den Quetameschichten oder zu den Kreideablagerungen gehört, kann hier nicht entschieden werden.

Erwähnenswert ist noch das Schwefelvorkommnis von Batatas. „Die **Schwefelmine von Batatas** liegt zwischen diesem Ort und Gachalá etwa eine halbe Stunde von dem Rio Batatas entfernt in der Richtung nach Gachalá zu. Der Weg dahin führt von Batatas aus, nachdem er einen Hügel erstiegen, an welchem graue Schiefer anstehen, durch dichten Wald nach einer thalartigen Einbiegung des Gebirges. In dieser befindet sich an einer schwer zugänglichen Stelle die Schwefelgrube. Der Boden ist überall ringsumher mit fruchtbarer Erde hoch bedeckt, so dass man weder von der Ausdehnung der Grube noch von dem Gestein, in welchem das schwefelführende Material auftritt, einen richtigen Begriff bekommt. Der Aufschluss im Gestein mochte etwa 20 Schritt breit und 30 tief gewesen sein, doch hatten Einstürze diese Ausdehnung beträchtlich vermindert.

Das Gestein, in welchem der Schwefel auftritt, ist ein mit Salzsäure brausender Schiefer von feinschaliger Textur und hellgrauer Farbe. Seine Schichtung liegt ungefähr dem äusseren Berggehänge parallel. Der Schwefel findet sich sowohl zwischen den liniendicken Schalen als dünner Anflug als auch in Klüften, die den Schiefer in verschiedenen Richtungen durchsetzen. Diese Klüfte sind gleichzeitig reich an kleinen frischen Krystallen von Pyrit.

Das Gestein verliert auch stellenweise seine Schieferung und hat dann das Aussehen einer erhärteten Thonmasse. Grössere Schwefelpartien treten vorwiegend in diesem Material auf, doch finden sich auch in dem schieferigen Gestein Nester und Schmitzen des reinsten Schwefels. An einigen Stellen kommen Eisenkiesknollen reichlich vor. Zwischen den Schalen des Schiefers tritt nicht selten Kalkspath auf und bildet centimeterdicke Einlagerungen mit zartstengeliger Struktur. Auch letztere sind auf den feinen Zwischenräumen mit Schwefel erfüllt. Gut ausgebildete diamantglänzende Kryställchen dieses Minerales sitzen in Nestern von krystallisiertem Kalkspath. Thonige Schichten wechsellagern in der Grube mit festen, und überall ist das Gestein von Wasser durchsickert. Ein kleines eisenhaltiges Wasser durchrieselt den Aufschluss, und eine zweite Quelle setzt unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff milchigen Schwefel ab.

Das Schwefelvorkommen von Batatas dürfte nur lokal sein und einem metamorphen Process seinen Ursprung verdanken.

In der Grube wird der Schwefel, welcher überwiegend von grösster Reinheit

ist und manchmal bis zu 25 Pfund schwere reine Massen geliefert hat, an mehreren Stellen von dem Gesteine getrennt und von den Arbeitern in das Magazin hinaufgetragen. Bis zu 20 Centnern hat man schon in einer Woche gewonnen. Der Centner kostet etwa 24 Thaler. Der meiste Schwefel geht für die Pulverfabriken nach Zipaquirá (1868)."

Die Sedimentgesteine der Cordillere von Bogotá.

Während der südliche Teil der Ostcordillere noch ganz unbekannt ist, hat sich der mittlere Teil schon zeitig einer genauen Durchforschung namentlich auch in paläontologischer Beziehung erfreut. Geologisch und tektonisch wurde er, wie oben erwähnt, zuletzt von A. Hettner eingehender dargestellt. Obwohl bei letzterem auch petrographische Erörterungen nicht fehlen, so ist doch bis jetzt eine ausführlichere und umfangreicheres Material benutzende Beschreibung der Sedimentgesteine aus der Cordillere von Bogotá nicht vorhanden.

Sedimentgesteine bilden für Petrographen keineswegs einen Lieblingsgegenstand genauerer Untersuchungen, wohl deshalb, weil über ihre Entstehung schon längst Klarheit herrschte, weil ihre Zusammensetzung verhältnismässig einförmig und ihre Präparation häufig schwierig und umständlich ist. Die letztere Thatsache war auch hier der Grund, dass die Behandlung vielleicht nicht in dem beabsichtigten und erwünschten Umfange geschah.

Nach Hettner und Link[1]) ist der erwähnte Teil der Ostcordillere petrographisch folgendermassen zu kennzeichnen:

1) Zu unterst liegt ein, den Versteinerungen nach, dem Gault angehöriges System von bunten Schieferletten und von Thonschiefern, welchem dicke Bänke blauen Kalkes und weissen Quarzsandsteins, dünnplattige Wetzschiefer und andere untergeordnetere Vorkommen eingelagert sind.

2) Nach oben nehmen der Sandstein und der Wetzschiefer überhand und bilden einen Schichtenkomplex, welcher dem sächsischen Quadersandstein und Pläner sehr ähnelt und demselben auch wohl im Alter entspricht.

1) Litt. No. 108, S. 223/4.

3) Darauf folgt konkordant (nicht diskordant KARSTEN) ein System von wechsellagerndem rotem Sandstein und rotem Thon, welche, obwohl ohne Versteinerungen, meist für tertiär angesprochen worden sind.

An der Grenze von 2 und 3, bald noch im weissen Quarzsandstein bald im roten Thone treten Kohlenflötze auf.

4) Östlich von Honda und Ambalema folgen konkordant grünlichgrauer Sandstein und bei Pennaliza und Jirardot grünlicher bis gelblicher Tuff. Ihr Material stammt jedenfalls von Eruptivgesteinen der Mittelcordillere her.

Die hier zur Verfügung stehenden Gesteine der **Kreide** sind

I. **Sandsteine** mit verschiedener Ausbildung und Zusammensetzung, mit Übergängen zu Thonschiefern,

II. **Feste Konglomerate,**

III. **Thonschiefer, Wetzschiefer** und **Schieferthone,**

IV. **Kalke.**

Petrographische Bemerkungen.

I. Sandsteine.

Die Sandsteine lassen sich schon nach ihrem Äusseren einteilen in:

1) Helle Quarzsandsteine,

2) Gemengte, meist dunkle Sandsteine, Thonsandsteine und Übergänge zu Thonschiefern.

1) Helle Quarzsandsteine.

Petrographiseh mögen dieselben behandelt werden als:

a. Sandige Quarzsandsteine ohne Kaolin,

b. dasselbe mit Kaolin,

c. Quarzitartige Quarzsandsteine.

Wie aus dem folgenden hervorgeht, wird diese rein äusserliche Einteilung durch die mikroskopische Beschaffenheit der Gesteine gerechtfertigt.

a. Sandige Quarzsandsteine ohne Kaolin.

Dieselben besitzen durch das lockere poröse Gefüge, durch den Mangel eines Bindemittels eine geringere Festigkeit. Die Quarzkörner sind einzeln zu erkennen.

Zu ihnen gehören folgende Vorkommnisse:

Die natürliche Brücke von Pandi (No. 80). Guaduasschichten (nach HETTNER). Graulichweiss, feinkörnig.

Berg östlich von Santa Rosa (No. 165), auf dem der grosse Meteorit gefunden wurde Fein- bis kleinkörnig, stark porös, bröckelig, rostgelb, jedes Quarzkorn beinahe freiliegend.

Von Lechemiel bei Medina (No. 185), grosse Gerölle in den Ablagerungen der Savanne am Fuss der Gebirge. Guaduasschichten. Dem Quadersandstein Sachsens vollkommen gleich. Hellgelb, feinkörnig, feinporös.

Ein zweites Gestein von demselben Ort (No. 186) ist mehr bräunlich, gelb, fester, kompakter.

Von demselben Ort (No. 187), ähnlich dem ersten (No. 185), aber weiss, feinkörnig mit gröberen Stellen, farbig gebändert.

Auch u. d. M. ergiebt sich Quarz als bei weitem vorwiegender, ja fast ausschliesslicher Bestandteil, neben dem andere Mineralien verschwinden. Seine Körner sind im allgemeinen mehr rundlich eckig, isometrisch oder länglich und im grossen und ganzen um so abgerollter, je grösser sie sind. Als Einschlüsse bemerkt man die üblichen Dinge, Flüssigkeitseinschlüsse, Rutilnadeln zierliche braune Glimmersechsecke und -eier. Ihre besonders reichliche Anwesenheit ist neben anderen Verunreinigungen der Grund, dass die Quarze in dem letztgenannten Gestein (No. 187) stark getrübt erscheinen, während sie in den übrigen Sandsteinen mehr klare Beschaffenheit haben.

Während in dem Sandstein von Pandi (No. 80) und im zweiten von Medina (No. 186) die Quarzkörner zwischen + Nic. gleichmässig farbig erscheinen, zeigen sie in den übrigen jenes auch von den Quarziten bekannte wellige Irisieren an den Rändern oder durch das ganze Korn. Und zwar beherrscht immer nur eine Erscheinung das ganze Präparat, d. h. entweder erscheinen alle Quarze einfarbig oder alle buntstreifig. Dass das randliche Irisieren nicht eine Folge der Interferenz an übereinandergreifenden Körnern, sondern an das einzelne Korn gebunden ist, wurde an einem Sandstein der folgenden Gruppe erkannt.

Eigentümliche Beschaffenheit zeigen mehrere Quarzkörner in dem Sandstein vom Berge bei Santa Rosa (No. 165). Wie Taf. VI Fig. 1 wiedergiebt, werden sie ganz oder nur zum Teil von genau parallelen, geraden oder leicht gebogenen, dicht gescharten Rissen durchzogen, welche an die Spaltrisse von Mineralien mit vorzüglicher Spaltbarkeit erinnern, am Quarz bekanntlich eine sehr seltene Erscheinung. Der abgebildete Quarz stellt ein einheitliches Korn dar, ist aber in drei Teile zerdrückt, von denen die beiden äusseren oben und unten gleichmässig polarisieren, während der mittlere, von Rissen am dichtesten durchsetzte Teil huschende Auslöschung zeigt. Quer durch den mittleren Teil geht ein Streifen, der vollständig frei von Rissen ist, an ihm setzen letztere scharf ab.

Die Korngrösse ist recht gleichmässig. Ein Bindemittel kann in den meisten Fällen auch u. d. M. nicht erkannt werden. Die Körner stossen unmittelbar aneinander, aber ohne Einpressung. Nur hier und da, namentlich in dem dritten Gestein von Medina (No. 187) bemerkt man in kleinen eingeklemmten spitzwinkligen Partien undurchsichtige körnige Massen.

Der Feldspathgehalt ist nur in dem zweiten Gestein von Medina (No. 186) bemerkenswert, und zwar beobachtet man hier zahlreichere Mikroperthite; auch lange Muskovitleisten sind vorhanden.

Zirkon tritt allgemein auf, Turmalin vereinzelter.

Der Absatz von Eisenlösungen an den einzelnen Körnern giebt den Sandsteinen von Medina (No. 185/6) die gelbe Farbe.

Für die genauere Herkunftsbestimmung der Quarze fehlen Anhaltspunkte; die erwähnten Beobachtungen am Quarz im Verein mit dem Mikroperthit verweisen auf krystalline Schiefer und ältere körnige Eruptivgesteine.

b. Sandige Quarzsandsteine mit Kaolin.

Sie unterscheiden sich von den vorigen nur durch den leichten Kaolinanflug in den Poren.

Zu ihnen gehören die Gesteine:

Oberhalb Guaduas (No. 64) in etwa 1000 m Höhe anstehend. Guaduasschichten. Weiss, dunkelpunktiert; fein und gleichmässig körnig, zerreiblich.

Bei El Roble (No. 70) vor Facatativa am Eingang zur Ebene von Bogotá, etwa 2700 m, anstehend. Guadalupeschichten. Weiss, feinkörnig.

La Peña (No. 74), höchste Spitze südlich von Guadalupe bei Bogotá, 3500 m. Guadalupeschichten. Schmutzig gelblichweiss mit kleinen rostgelben Flecken (Tigersandstein); feinkörnig feinporös.

Am Wasserfall von Tequendama (No. 76), Grenze von Guadalupe- und Guaduasschichten, mit Kohlenflötzen. Ähnlich No. 70 von El Roble, aber gelblich; feinkörnig, feinporös.

Am Weg nach Pasca unterhalb vom Alto de Cagodal (No. 79). Guadalupeschichten. Sehr feinkörnig, weiss.

In der Nähe der Saline von Sesquilé (No. 101). Wahrscheinlich Guadalupeschichten. Thoniger, weiss, sekundär gelb gefärbt, feinkörnig.

Die Sandsteine dieser Gruppe schliessen sich eng an die vorigen an, besonders unterscheiden sich die Vorkommnisse von Guaduas (No. 64) und La Peña (No. 74) in Zusammensetzung und Korngrösse kaum von ihnen. In dem ersten bemerkt man u. d. M. zwischen den Quarzen Nester eines hellen, äusserst feinschuppigen oder -faserigen (Glimmer-)Minerales. Die Quarzkörner zeigen meist bunte Ränder.

Die übrigen Sandsteine weichen schon makr. durch ihr viel feineres Korn ab. Dementsprechend herrschen u. d. M. eckige Splitter und längliche Formen vor. Mit dem feineren Korn stellt sich meist auch eine helle oder bräunliche feinschlammige Zwischenmasse ein, ohne dass aber die Gesteine makr. das Aussehen von mehr oder weniger reinen Quarzsandsteinen einbüssen. Feldspath scheint unter den Bestandteilen ganz selten vorzukommen. Am meisten ist Zirkon vorhanden, Turmalin seltener, Helminth wurde vereinzelt bemerkt.

Die tigerartige Fleckung des Sandsteines von La Peña rührt von Limonit her, welcher zwischen den Quarzkörnern abgesetzt ist.

c. Quarzitische Quarzsandsteine.

Bei den quarzitischen Sandsteinen können die einzelnen Körner makr. nicht unterschieden werden, sie verfliessen ineinander, sind fest und meist lückenlos verwachsen, das Gestein ist darum kompakt und fest.

Zu ihnen gehören folgende Gesteine:

Am Alto de Gasca (No. 67) (zwischen Villeta und Facatativa) in 1600 m Höhe anstehend. Villetaschichten. Hellgrau, sehr feinkörnig.

Am Weg von Pacho nach Coper (No. 118), nahe den Kohlengruben anstehend, welche für das Eisenwerk von Pacho Brennmaterial liefern. Wahrscheinlich Guadalupeschichten (H. 32). Hellbläulichweiss mit zahlreichen gelben Punkten und grösseren Brauneisennieren. Feinkörnig.

Nahe Villavicencio (No. 176); an den Gebirgsabhängen, welche den Llanos zugekehrt sind, sehr verbreitet. Vielleicht Guadalupeschichten. Bläulichweiss, dunkel gefleckt.

Geröll aus dem Rio Guataquí bei Villavicencio (No. 178), häufigste Art. Ähnlich dem vorigen. Kleinkörnig, 2 mm grosse milchweisse Quarzkörner setzen das Gestein zusammen. Es weicht in einer Beziehung von der eingangs erwähnten Bestimmung ab, als die einzelnen Quarzkörner wegen ihrer milchweissen Farbe voneinander unterschieden werden können.

Geröll im Rio Gasaunta bei Toquisa am Weg von Medina nach Gachalá (No. 190). Bläulichweiss, gelb punktiert, reich an kleinen Pyriten.

Der Zusammensetzung nach weichen diese Sandsteine nicht von den vorigen ab. Quarz ist auch hier fast alleiniger Bestandteil. Einige Körner von Feldspath und zwar Plagioklas wurden im Sandstein aus dem Rio Gasaunta (No. 190) bemerkt. Muscovit findet sich in den Gesteinen vom Alto de Gasca (No. 67) und von Villavicencio (No. 176), hier in feinschuppigen Nestern als Sericit und grössere Calcitkörner im Gestein aus dem Rio Gasaunta (No. 190). Zirkon ist allgemein vorhandener häufigster „Übergemengteil".

Auch über die mikr. Eigenschaften des Quarzes kann dem bereits Gesagten nichts hinzugefügt werden. Eine bemerkenswerte Eigentümlichkeit ist, dass die Quarze desselben Gesteines recht gleichmässige Beschaffenheit haben, indem die Gesteine No. 67, 118, 190 vorwiegend reine Quarze aufweisen, während sich letztere in den Gesteinen von Villavicencio (No. 176, 178) durch die Massenhaftigkeit der Verunreinigungen, durch dicht gescharte Flüssigkeitseinschlüsse und Züge derselben auszeichnen. Schon makr. drückt sich das aus in der erwähnten milchigen Farbe des Gesteines und der Körner (No. 178). Ausserdem ist hier der Reichtum vieler Quarze an Rutil-(Thonschiefer-) Nädelchen auffällig.

Die quarzitische Beschaffenheit unserer Sandsteine kann nun, wie das mikr. Bild zeigt, auf recht verschiedene Weise hervorgebracht werden.

Am wenigsten weicht mikr. von manchen Gesteinen der vorigen Gruppen der Sandstein vom Alto de Gasca (No. 67) ab. Ja man könnte in Verlegenheit sein, die abweichende makr. Beschaffenheit des Gesteines mikr. zu erklären. Neben der innigen Aneinanderlagerung bringt wohl das sehr feine Korn das „quarzitisch" hervor. Vielleicht stellt auch eine bräunliche Substanz, welche zwischen den Körnern ganz fein verteilt ist, ein kieseliges Bindemittel dar.

In dem Sandstein von Pacho (No. 118) dagegen erkennt man besonders zw. + Nic., dass durch nachträgliches Weiterwachsen der zusammengeschwemmten Körner die ursprünglich vorhandenen Lücken ausgefüllt und die Körner fest miteinander verbunden worden sind. Die ehemaligen runden Grenzen der Quarze blieben vielfach noch erhalten durch angelagerte Verunreinigungen, wie dies zur Genüge bekannt ist. So erklärt sich auch die hier vorzüglich ausgeprägte Erscheinung, dass die mannigfaltig gestalteten Quarzkörner ohne Druckspuren und ohne Zwischenmasse wie kunstvoll aneinandergepasst sind. Das Weiterwachsen geschah überall in gleicher optischer Orientierung mit dem Kern.

Ganz abweichend ist die mikr. Struktur in den drei übrigen Sandsteinen von Villavicencio (No. 176, 178) und aus dem Rio Gasaunta (No. 190). Hier bewirkten Druck, innere teilweise Zertrümmerung und Ausheilen durch neugebildeten Quarz grössere Festigkeit. Am besten ist diese Trümmerstruktur in dem Gestein von Villavicencio (No. 176) ausgeprägt. Die Quarzkörner sind in Teile zerdrückt, die Teile mehrfach verworfen. Feinkörnige, meist mit Schüppchen sekundären farblosen Glimmers gemengte Trümmerzonen schieben sich zwischen die Teile wie zwischen die Körner ein. Dieser Sandstein erhält dadurch mikr. einige Ähnlichkeit mit zerdrücktem Gangquarz.

In den beiden übrigen Gesteinen (Guataquí und Gasaunta, No. 178 und 190) erscheint die

Trümmerstruktur zwar auch, mit ihr vereinigen sich aber das oben erwähnte Weiterwachsen und Andeutungen der sog. Impressionsstruktur, bei welcher benachbarte Körner randlich ineinandergedrückt sind (hier aber nur mit schwachen Eindrücken).

2) Gemengte, meist dunkle Sandsteine, Thonsandsteine und Sandsteinschiefer.

Die hier zusammengefassten Sedimente sind so verschieden, dass sie einzeln beschrieben werden müssen.

Thoniger, tuffartiger Sandstein (No. 155). Weg von Chiquinquira nach Leiva am Gebirgsabhang, an welchem Sutamarchan liegt. Glimmerreich, mit 1/2 mm grossen Muskovitblättchen, hellgrau, sehr feinkörnig, mit dunklen Schiefern wechsellagernd. Der Hauptbestandteil ist Quarz in recht gleichmässig grossen Körnern. Eine helle thonige, mit Thonschiefernädelchen erfüllte Substanz zieht sich nur in ganz dünnen Lagen zwischen den Quarzkörnern hindurch und verwischt im gewöhnlichen Licht die Grenzen derselben. Schon mit Objektiv 7 erkennt man die Thonschiefernädelchen als gelblich schimmernde Rutilsäulen. Leisten von Muskovit, häufig gestaucht, verworren faserig oder am Ende sich auflösend, sind reichlich vorhanden. Zirkonkörner und -krystalle, kräftigere Rutile und Turmalinsäulen spielen in diesem Gestein eine wichtigere Rolle als in den bisherigen.

Dunkler Sandstein (No. 63), bei Las Cruces viejas am Weg nach Guaduas anstehend in 600 m Höhe. Guaduasschichten. Dunkelbraun, feinkörnig. Mikr. finden sich hier neben Quarz etwa in gleicher Menge Bröckchen von brauner Farbe und wolkigem Aussehen, welche zum grösseren Teile einem rostig gewordenen, wetzschieferartigen harten Thonschiefer angehören, anderenteils wie ferritisch zersetzte dunkle Mineralien aussehen. Ferner bemerkt man abgerundete Körner der später zu erwähnenden Sericitschiefer, grössere, zuweilen stark gebogene Muskovitleisten.

Schwarzer Sandstein (No. 181). Geröll aus dem Guataquí bei Villavicencio. Feinkörnig, grauschwarz, weiss gesprenkelt, mit Bröckchen eines dunklen blätterigen weichen Thonschiefers und einzelnen grösseren Quarzen. U. d. M. sind die ausschliesslich dem Quarz angehörenden Körner mannigfaltig gestaltet und roh gerundet. Auffällig ist der allgemeine Reichtum an Flüssigkeitseinschlüssen, welche sich über das Korn gleichmässig mehr oder weniger dicht verteilen oder in lockeren breiten Zügen anordnen. Lebhaft bewegliche Blasen wurden dabei häufig bemerkt, während man häufig in anderen Gesteinen lange vergeblich darnach sucht. Von anderen Mineralien ist nur heller Glimmer in einzelnen Leisten und Aggregaten vorhanden. Die Farbe des Gesteins wird durch eine dunkle flockige Substanz hervorgerufen, welche nicht eben reichlich zwischen den Quarzkörnern sichtbar ist. Da das Gesteinspulver durch Glühen bedeutend heller wird, dürfte sie Kohle darstellen.

Konglomeratsandstein (No. 177), von demselben Ort (440 m) wie der vorige, hängt wohl mit diesem eng zusammen. In der gleichen dunklen Sandsteinmasse sind zahlreiche bis wallnussgrosse Gerölle und Brocken von hellen weichen Thonschiefern, phyllitähnlichen Gesteinen, von weissem Quarz und hellen quarzitähnlichen Massen eingebettet. U. d. M. wurden an einigen Quarzen die oben erwähnten, Spaltrissen ähnlichen Streifen, in einem Quarzkorn ein bräunlicher Glaseinschluss mit Blase, der einzige in all' den Gesteinen, bemerkt.

Bräunliche verkittende Zwischenmasse und schwarze Kohlensubstanz tritt hier reichlicher auf, letztere verdichtet sich zu grösseren undurchsichtigen Partien. Das hellergraue Gesteinspulver nimmt beim Glühen eine schöne lichtrosarote Farbe an. — Ein im Präparat beobachtetes Geröll stellt einen Sericitschiefer dar. Die mikroskopisch feinkörnige Masse zeigt deutlich klastische, durch noch feineres neugebildetes Quarzmosaik verkittete Quarzkörner, welche von reichlich vorhandenen hellen Glimmerfasern und -schuppen umwoben werden, so dass eine Art Flaser- und Augenstruktur im kleinsten Massstab entsteht. In einem zweiten gleichen Geröll gesellt sich zu dem farblosen Glimmer frischer schöngrüner Chlorit.

Schwarzer Sandstein (No. 183) von demselben Ort. Feinkörnig, grauschwarz, weiss und gelb gesprenkelt, hart, fest. Auf einer Seite des abgeschliffenen Gerölls bemerkt man eine kupferrote glänzende, von einem späthigen Mineral gebildete Kruste. Kleine, ebenso gefärbte Körner sind im Gestein verteilt und verursachen die gelbe Sprenkelung. Das Gestein braust nicht mit kalter Säure. Einen ungewöhnlichen und eigenartigen Anblick gewährt das mikroskopische Bild. Die klastischen Quarzkörner werden von grauen, braunen und rostgelben Körnern und zierlichen Rhomboedern eines Karbonates umkränzt. Auch grössere Körner und Partien desselben treten auf, in denen das, rhombische Felder abschneidende Netz von Spaltrissen zuweilen deutlich hervortritt. Die Polarisation gleicht der der Karbonate. Die rostgelbe und -rote Farbe wurde, wie an einigen Stellen festgestellt werden kann, nachträglich durch Absatz von Eisenlösungen hervorgebracht. Das Gesteinspulver beginnt erst mit warmer Säure zu brausen. In der Lösung fällt Ammoniak viel Fe, dagegen kein Ca und Mg aus. Danach gehört das Mineral dem Eisenspath an.

Die erwähnte Rotfärbung ist auf eine Umwandlung des Eisenspathes in Eisenoxyd und -hydroxyd zurückzuführen. Das mit Säure behandelte hellgelbgraue Gesteinspulver nimmt beim Glühen eine fast weisse Farbe an, während das ursprüngliche Pulver dunkler violettrot wird. —

Die mannigfaltig gestalteten Quarzkörner liegen entweder eng aneinander mit zahniger Verbindung, oder es schieben sich schmale Streifen sehr feinkörnigen neugebildeten Quarzes ein, welchem Glimmerschüppchen und Körner von Eisenspath beigemengt sind. Die Elemente des Quarzmosaiks zeigen mitunter stengelige Form und eine strahlig gegen die Grenzen der grossen Quarzkörner gerichtete Anordnung. Auffallend viele der letzteren sind reich an Rutilnädelchen.

Thoniger Sandsteinschiefer (stark sandiger Thonschiefer) (No. 87) unter der Brücke von Pandi anstehend. Guaduasschichten. Sehr feinkörnig, schwärzlichgrau, braust stellenweise mit Säure (mikroskopische Foraminiferen). Gemäss der makroskopischen Beschaffenheit nimmt u. d. M. eine gekörnelte, durch Eisenverbindungen braungefärbte Thonsubstanz einen breiteren Raum ein. Darin sind Quarz reichlich, brauner Glimmer, einzelne Plagioklase und grüne Körner von unbestimmbarer Natur, Zirkone, endlich gekammerte Foraminiferen eingebettet. Die leichter zersetzbaren der genannten Mineralien zeigen zwar recht frische Beschaffenheit, scheinen aber nicht aus jungen Eruptivgesteinen zu stammen. Der geringe Gehalt des Gesteines an Kalk ist an die Foraminiferen gebunden, ausserdem wurde keiner bemerkt.

Thoniger Sandsteinschiefer (No. 194), aus der Gegend von Gachalá, setzt die Gebirge um Batatas zusammen, wechsellagert mit Thonschiefern. Nach Hettner Guadalupeschichten. Rauh, lagenweise schwarz, grauschwarz und braun.

Das Pulver der schwarzen Lagen besitzt ebenfalls schwarze Farbe, geglüht entfärbt es sich zu hellgrau, bituminöser Geruch ist nicht wahrzunehmen. Die braunen Lagen enthalten nach einer

qualitativen Analyse verhältnismässig viel Eisen. U. d. M. bildet Quarz auch hier den Hauptbestandteil. Seine Körner sind gleichmässig gross. Das reichlich vorhandene Bindemittel ist eisenreich und kohlehaltig. In den schwarzen Lagen verdeckt die Kohle das reichlich vorhandene ferritische Pigment, welches in den braunen Lagen besser zum Vorschein kommt. Häufig erblickt man Muskovitleisten, seltener Turmalin z. T. in recht grossen Krystallbruchstücken.

Thoniger tuffartiger Sandstein (No 195) aus der Gegend von Gachalá, aus derselben Schichtengruppe wie der vorige. Feinkörnig, hellgrau, feinporös, leicht zerreiblich.

Das Bindemittel der Quarzsplitter und -körner bildet eine graue thonige Substanz, welche kleinere Quarze, viel helle Glimmerschüppchen und ausserordentlich zahlreiche kurze winzige Rutilkryställchen enthält. An Turmalin ist das Gestein verhältnismässig reich.

Thoniger eisenschüssiger Sandstein (No. 164) von dem Bergrücken, den der kürzere Weg von Paipa nach Duitama (westlich von Paipa) überschreitet. Villetaschichten? Rostgelb, zersetzt, reich an schlecht erhaltenen Steinkernen von Gastropoden. Das Gestein braust nicht mit Säure U. d. M. erweist es sich so quarzreich, dass es mit dem obigen Namen belegt werden muss. Die recht gleichmässig grossen Körner des genannten Minerales werden durch ein braunes bis rostgelbes eisenreiches thoniges Bindemittel verkittet.

II. Feste Konglomerate.

Festes Quarzkonglomerat (No. 179), Geröll aus dem Rio Guataquí bei Villavicencio, 440 m Höhe. Bis 10 mm grosse kugelige und ellipsoidische milchweisse fettglänzende Quarzkörner sind fest verkittet.

Das Gestein besteht nur aus Quarz, dessen Körner meist unmittelbar aneinanderstossen oder durch schmale Streifen Limonit getrennt sind. Meist zeigen sie secundäre Aggregatpolarisation. Dem makroskopisch milchigen Aussehen entspricht der Reichtum an Flüssigkeitseinschlüssen und Poren. Andere Einlagerungen scheinen ganz zu fehlen.

Von demselben Ort stammt ein **buntes gemengtes Konglomerat** (No. 180). Bis 20 mm grosse Brocken von weissem Quarz, grauen und grünen harten Schiefergeröllen werden durch eine zurücktretende Sandsteinmasse verkittet. Die grünen Gerölle, welche u. d. M. beobachtet wurden, zeigten eine aus Quarz, dicht gelagerten hellen und grünen Glimmerschuppen und zuweilen Erzkörnern gemengten Masse, welche ein stark verändertes Gestein darstellen dürfte. In der verkittenden Sandsteinmasse wurde einmal Helminth bemerkt.

Bunter Konglomeratsandstein (167/8), lose Blöcke und Gerölle bei Santa Rosa. Kleinkörnig, mit gröberen Stellen und grösseren Geröllen. Schmutzig bräunlich, auch bunt durch rote trübe Quarze und wie ein glimmerarmer Granit aussehend.

U. d. M. wurden neben vorwiegendem Quarz Brocken von „Wetzschiefer", wenig Muskovit auch in grösseren Krystallen, ferner ein Nest grüner Turmalinsäulen bemerkt. Ähnlich wie in den vorigen Gesteinen ist hier der Quarz häufig in ein feinkörniges Aggregat zerdrückt. Scharfe Striemen von Flüssigkeitseinschlüssen durchziehen ihn. Die rote Farbe rührt von Häuten gelbroten Eisenoxydes her, das auch zuweilen in zierlichen Hämatitblättchen auskrystallisiert ist.

Sandsteinbreccie (No. 191), Geröll in Rio Gasaunta bei Toquisa (am Weg von Medina nach Gachalá). Bis 40 mm grosse eckige Bruchstücke eines violettbraunen, sehr feinkörnigen Sandsteines sind durch milchweissen, z. T. drusigen Quarz verkittet.

Der Sandstein besteht vorwiegend aus gleichmässig grossen, eng aneinander liegenden Quarzkörnern, denen grüne Chloritfetzen beigemengt sind.

Feinverteilte ferritische Substanz verursacht die angegebene Farbe.

III. Thonschiefer.

Wetzschiefer (No. 193), oberster Teil des Páramo de Guasca am Weg von Gachetá nach Guatavita. Villetaschichten. Hellgrau, hart, H. 5,5.

Mikroskopisch unterscheidet sich das Gestein nicht von vielen hellen Thonschiefern (z. B. von dem von Cipaquirá, No. 83, weiter unten), Man erblickt eine feinschlammige, durch Ferritkörnchen bräunlich gefärbte Masse mit kleinen Mineralsplittern und bemerkt keine Ursache der grösseren Härte. An dickeren dunkleren Stellen des Schliffes sind Andeutungen von Parallelstruktur in der Anordnung der Ferritkörner vorhanden. Bei der genauen Durchsicht des Präparates fallen einzelne klare scharfbegrenzte Stellen auf, welche halbverwischte Foraminiferen darstellen, die Kammerung war einigemale noch deutlich genug zu erkennen. Den Innenraum derselben erfüllt ausserordentlich feinkörniges Quarzaggregat. Danach lässt sich als Ursache der Härte des Gesteines eine Verkieselung annehmen.

Die Thonschiefer vom Alto del Trigo (No. 65) und aus dem Rio Nare, welche Orthocerina Ewaldi enthalten, sind schon oben (S. 40) kurz beschrieben worden. Karsten nennt das Gestein Kieselschiefer. Die hier vorliegenden Proben stellen zwar einen härteren und dickschieferigeren Thonschiefer dar, können aber keinesfalls als Kieselschiefer bezeichnet werden.

Ein härterer **Thonschiefer** (No. 192) bildet auch den höchsten Kamm des Gebirges, welches man zwischen Medina und Gachalá überschreitet. Er wechsellagert mit Sandstein. Die Probe, vom Salto del Diablo stammend, ist grauschwarz, bricht splitterig-muschelig. Das dunkelgraue Gesteinspulver wird durch Glühen hellgrau, in der salzsauren Lösung desselben erhält man einen beträchtlichen Eisenniederschlag. U. d. M. ist die feinschlammige, mit winzigen Mineralsplittern gespickte Thonschiefermasse durch viel Ferrit und Kohle dunkel gefärbt.

Weiche, durch Kohle oder bituminöse Substanzen **dunkelgefärbte Thonschiefer** liegen von folgenden Orten vor:

Kalkhaltiger bituminöser Schiefer (No. 66) zwischen dem Alto del Raizal und Alto del Trigo anstehend. Nach Hettner die Grenze zwischen Guaduas- und Guadalupeschichten. Blauschwarz, braust stark mit Säure. Beim Glühen im Kölbchen entwickelt sich ein ziemlich starker bituminöser Geruch, Kalilauge nimmt beim Kochen mit dem Pulver eine lichtgelbe Farbe an. In der salzsauren Lösung des Gesteinspulvers fällt wenig Eisen; geglüht nimmt das braunschwarze Pulver eine graue Farbe an.

Wie schon oben S. 40 erwähnt wurde, ist das Gestein ausserordentlich reich an wohlerhaltenen Foraminiferen. Dieselben sind in eine braune durchsichtige Substanz eingebettet, welche,

da Eisen in ganz geringer Menge vorhanden ist, in der Hauptsache nur mit bituminösen Substanzen getränkter Thon und Kalk sein kann.

Schieferthon (No. 77), am Wasserfall von Tequendama anstehend, die Kohlenflötze überlagernd. Nach HETTNER Grenze zwischen Guadalupe- und Guaduasschichten. Die Probe ist schwärzlichgrau, verworren schieferig und reich an undeutlichen, unbestimmbaren Pflanzenspuren. Ein zweites Stück zeigt hellergraue Farbe und mehr massige Beschaffenheit. Wenn man die dunkle Probe im Kölbchen glüht, entwickelt sich ein starker Geruch nach Kohlenwasserstoffen (ähnlich dem des Leuchtgases), und es scheiden sich im Kölbchenhalz gelbe Tropfen ab. U. d. M. zeigt sich die braune bituminöse Thonschiefermasse reich an kleinen Mineral-(Quarz-)Körnchen.

In dem hellen Gestein sind die Quarzkörner grösser und machen die Hauptmasse aus, zwischen ihnen findet sich thonige Substanz nur in schmalen Streifen. Turmalinkörnchen, Rutilkryställchen, kleine Glimmerleisten findet man reichlicher, vereinzelt Glaukonitkörnchen.

Hellere weiche Thonschiefer und **Schieferthone** sind von folgenden Orten vertreten:

Thonschiefer von Cipaquirá (No. 83), hell bläulichgrau, violettrot gefleckt, weich aber fest. Das mikroskopische Bild zeigt die einförmige, feinschlammige, durch winzige Ferritkörnchen hellbräunlich gefärbte Thonschiefermasse, in welcher zwischen + Nic. eingestreute Quarzsplitter erkennbar werden. Sandige Stellen sind immer noch mikroskopisch feinkörnig.

Thonschiefer (No. 102 und 103) bei der Saline von Sesquilé anstehend. Das erste grau dünnblätterig, mit eingesprengtem Steinsalz und Pyrit, mit Lagen von Salz und Salzausblühungen. Das zweite schmutzig hellgelb, dünnblätterig, bis papierdünn spaltend, führt in einiger Entfernung Kohle. Die mikroskopische Beschaffenheit des letzteren entspricht derjenigen des obengenannten Wetzschiefers. Nach längerem Suchen entdeckt man auch hier undeutliche Foraminiferenreste.

Schieferthon (No. 119), Eisenmine von Pacho, Villetaschichten. Weiss, weich, abfärbend, verworren schieferig, zerrüttet, mit glänzenden Rutschflächen. In diesem Schiefer tritt das Eisenerz auf. Im Präparat erblickt man eine helle, aus sehr kleinen, aber noch erkennbaren, gleichmässig grossen Mineral-(Quarz-)Körnchen bestehende Masse (zwischen + Nic.). Kräftigere Rutilkryställchen sind einzeln, nicht in Häufchen verstreut. Nester radialstrahligen hellen Glimmers, welche sich namentlich in der Nachbarschaft grosser Quarze finden, sind als Neubildung anzusehen. Grosse rotbraun durchscheinende Körner stellen zersetzte Eisenerze (Pyrit) dar.

Schieferthon (No. 154) am Weg von Chiquinquira nach Leiva am Gebirgsabhang, an welchem Sutamarchan liegt, wechsellagert mit Thon- und Sandsteinschichten. Schmutzig hellgrau, schwarzgefleckt (wahrscheinlich ursprünglich schwarz, teilweise gebleicht), weich, sich fettig anfühlend. An dem genannten Orte liegen auch kugelige und flache, innen mit Schwundrissen versehene Thoneisennieren in grosser Menge (No. 156).

Das makroskopisch mit den Eigenschaften eines Schieferthones ausgestattete Gestein unterscheidet sich mikroskopisch ganz wesentlich von anderen ähnlichen Gesteinen. Es besteht vorwiegend aus sehr kleinen, aber wohl erkennbaren, gleich grossen Quarzkörnchen, viel hellen Glimmerschüppchen und ausserordentlich vielen kürzeren kräftigeren Rutilnädelchen und ist als eine mikroskopisch feine Ausbildung des auf S. 60 beschriebenen Sandsteines aufzufassen, mit welchem es wechsellagert.

Thonschiefer (No. 171) von Hato viejo in der Gegend von Chocontá (nördlich von Cipaquirá) wird in Bogotá zu Grabsteinen verwendet. Rötlichweiss, weich, Probe ohne Schieferung. Mikroskopisch gleicht er dem Wetzschiefer vom Páramo de Guasca und dem Thonschiefer von Sesquilé. Foraminiferen scheinen hier zu fehlen.

Mergel und **Mergelschiefer** (No. 196—199) aus den Schwefelgruben von Batatas. Guadalupeschichten, hellgrau, weich, brausen stark mit Säure. Wenn man das Gesteinspulver mit Salzsäure behandelt, bleibt ein beträchtlicher Rückstand, welcher aus winzigen Quarzkörnchen, viel Flitterchen und zierlichen, scharf sechsseitigen Blättchen eines farblosen Glimmers, ferner rutilreichen Klümpchen besteht. Im Dünnschliff erblickt man zunächst eine zusammenhängende Calcithaut, welche sich bei stärkerer Vergrösserung in winzige, irisierende Calcitschuppen auflöst. Kleine Quarzkörner, farblose Glimmerleisten sind eingestreut, und an dünnen Stellen des Präparates machen sich auch reichlich Rutilkryställchen bemerkbar. Behandelt man den Schliff vorsichtig mit Säure, so verschwindet der alles überdeckende Calcitschleier und es kommt der aus Quarzkörnern, Glimmerflitterchen und Rutilkryställchen bestehende Untergrund zum Vorschein.

IV. Kalke.

Krystalliner Kalk (No. 68) zwischen Schiefern unweit von Chimbe (1800 m) anstehend. Villetaschichten. Grau, mittel- bis feinkörnig. Mikroskopisch erweist sich das Gestein als sehr rein. Man bemerkt nur etwas zwischen den Calcitkörnern eingeklemmte pulverige Kohle.

Kalkschiefer (No. 157) von den Thalhügeln bei der Villa de Leiva, zwischen den Ammoniten führenden Schichten auftretend. Villetaschichten. Dünnschieferig, auf dem Querbruch fein gebändert durch den Wechsel von feinsten schwarzen und weissen Lagen. Dem entsprechend sind u. d. M. die Schichten abwechselnd reich an pulveriger Kohle und frei davon. Das Gestein besteht im übrigen ganz aus kleinen dichtgedrängten Calcitkörnern.

Schwarzer Kalk (No. 203), im Thal des Rio Bogotá zwischen Anapoima und Tocaima anstehend. Villetaschichten. Blauschwarz. Reich an Versteinerungen. U. d. M. sind hier der aus kleinen Calcitkörnern bestehenden Masse reichlicher Quarzkörner, vereinzelt helle Glimmerflitter eingestreut.

Jüngste Sedimente.

Vulkanischer Staub (No. 159), bei der Villa de Leiva eine dünne Schicht im Alluvialboden bildend. Gelblichweisses, ausserordentlich feines, gleichmässiges, mehlartiges Pulver, beim Anfühlen fettig und nicht kratzig. Von den mir zugänglichen anderweitigen Aschen sind in Farbe und Feinheit diejenigen vom Vulkan Merapi auf Java 1846 und vom Krakatau 1883, 150 km von diesem entfernt in Buitenzorg auf Java gefunden, unserer Probe ähnlich. Letztere ist noch heller und feiner.

U. d. M. ergeben sich, der Menge nach geordnet, folgende Bestandteile: farbloses Glas, Feldspath, Augit, Hornblende, ganz vereinzelt Glimmer. Kennzeichnend für den Staub von Leiva sind die

Feinheit und Gleichmässigkeit des Kornes, der Reichtum an Glas, die Armut an dunklen schwereren Mineralien. Mit letzteren ist er nur wenig reichlicher versehen als der von ZIRKEL [1]) untersuchte, 1875 im südlichen Norwegen bis nach Schweden gefallene isländische Staub. Die genannten Eigenschaften stehen mit der oben auf S. 49 gemachten Annahme, dass der Staub vom Tolima oder Páramo de Ruiz stamme und einen Weg von 200 km zurückgelegt habe, in bestem Einklang. Denn Theorie wie Erfahrung ergeben, dass die Feinheit und Gleichmässigkeit mit der Entfernung vom Ursprungsort wachsen und dass eine allmähliche Verringerung der schwereren, eher zu Boden fallenden Teile stattfindet.

Die Grösse der Bestandteile schwankt zwischen 0,13 und 0,003 mm, die feinsten Glasteilchen und Mikrolithen messen etwa 0,003 mm, während von den gröbsten 0,13 mm messenden Körnern nur wenig vorhanden sind. Die am häufigsten vertretene Grösse ist etwa 0,02 bis 0,04 mm.

Das Glas ist vollständig farblos und erscheint namentlich bei stärkerer Vergrösserung oft nur wie ein Hauch. Die Scherbchen haben mannigfaltige und zierliche Form. Rechteckige oder runde Blättchen, säbel-, sichelförmige, gegabelte, vielfach eingebogte, mit scharfen Spitzen versehene Gestalten erblickt man, wie sie aus anderen vulkanischen Aschen beschrieben und von COHEN, [2]) MÜGGE, [3]) PENCK [4]), RUSSELL [5]) u. a. abgebildet worden sind. Sofort wird man beim Anblick dieser Dinge an die weiter unten zu erwähnenden eigentümlichen Gebilde in Porphyroiden und Porphyrtuffen erinnert. Viele Glasscherbchen entbehren der Poren und Blasen ganz, in anderen sind solche vorhanden, aber meist in geringer Menge, häufig erblickt man nur ein Bläschen. Mikrolithische Ausscheidungen fehlen ganz. Verhältnismässig selten scheint hier zum Unterschied von dem auf S. 42 beschriebenen Pulver von Bogotá rundblasiges und fadenförmig ausgezogenes Bimssteinglas zu sein.

Von den zurücktretenden mineralischen Bestandteilen kommt, die Mikrolithen ausgeschlossen, keiner in Krystallform vor, sondern nur in Splittern und trümmerartigen Körnern. Bräunliche Hornblende, hellgrüner Augit, wie es scheint auch vereinzelte braune Glimmerflitter, Feldspath, alle entbehren des vielfach in Aschen bemerkten Reichtums an Einschlüssen, vielleicht nur deshalb, weil hier im allgemeinen lediglich winzige Scherbchen von ihnen vorliegen.

Obwohl der bei Leiva vorkommende vulkanische Staub aus dem oben angedeuteten Grunde nicht die ursprüngliche Zusammensetzung der vom Tolima oder vom Páramo de Ruiz ausgeworfenen Asche darstellen kann, liefert doch die Verwandtschaft des ersteren mit den Laven der beiden Vulkane eine Stütze für die ausgesprochene Vermutung. Denn nach KÜCH [6]) kommen an beiden Vulkanen helle, poröse, bimssteinartige Andesite reichlich vor.

Bemerkenswert ist nur noch ein **Sandsteingeröll** (Nr. 73) vom Dorfe Llomosa im Thal des Rio Tunjuelo südlich von Bogotá. Es stammt aus einem quartären Thon, welcher in der Gegend von Bogotá eine ausgedehnte Formation bildet und dort gelbe Sandsteine überlagert. Unser Geröll gehört einem festen weissen Quarzsandstein an, an dem man mit blossem Auge in einer dichten Masse zerstreute kleine, unter 1 mm messende Quarzkörner bemerkt. Die mikroskopische Beschaffenheit weicht von derjenigen der oben beschriebenen Sandsteine ab. Die Struktur ähnelt der mancher Hälleflinten. In einer sehr feinkörnigen kieseligen „Grundmasse" liegen zahlreiche, sehr verschieden

1) N. J. f. M. 1875, 399.
2) Mikrophotographien Taf. VIII, 1.
3) N. J. f. M., B. B. VIII 1893, 700.
4) Penck, Z. D. G. G. XXX, 1878, Taf. 5 Fig. 29.
5) U. S. Geol. Surv., Monogr. XI, 1885, 146.
6) Litt. No. 104, S. 93—99.

grosse „porphyrische“ Quarztrümmer, welche häufig zerdrückt sind und undeutlich in die „Grundmasse“ verlaufen. Diese Verhältnisse im Verein mit dem Vorkommen kleiner Partien radialstrahligen Chalcedons deuten darauf hin, dass hier Quarzkörner und -splitter durch neugebildetes quarziges und kieseliges Bindemittel fest verkittet wurden und dabei z. T. weiterwuchsen, wahrscheinlich auch randlich angegriffen wurden.

VI. Von Bogotá nach Ibagué.

Litteraturverzeichnis No. 9, 9a, 19, 72, 90, 104, 107.

Der Weg von Bogotá über La Mesa (1258 m), Anapoima (676 m), Tocaima (408 m), Ambalema (236 m) nach Guataquí (239 m) am Magdalena führt in westlicher und südwestlicher Richtung durch die oben S. 39 erwähnten Kreide- und Tertiärschichten. Wir durchschreiten Guadalupe-, Villetaschichten und dem Magdalena am nächsten Guaduas- und als die jüngsten die Hondaschichten.[1])

Die Gesteine dieses Gebietes sind bereits im vorigen Abschnitt im Verein mit den übrigen Sedimenten der Cordillere von Bogotá beschrieben worden.

Auf der linken (westlichen) Seite des Magdalena berührt man bis Ibagué (1280 m) im oberen Combeimathal Las Piedras (366 m) und Pedregal (1014 m).

Hier finden sich zunächst noch als Fortsetzung des Streifens von Norden her Tertiär- und Quartärschichten mit reichlicher Andesitüberstreuung wohl hauptsächlich vom Tolima, aber auch vom ferneren Süden und Südwesten. Dagegen gelangt man weiter nach Westen wieder in altkrystallines Gebiet. Ein nach Osten vorgeschobener Posten desselben wird bei Las Piedras von einem glimmerarmen pegmatitartigen Granit (No. 208) gebildet, der kuppenförmig und teilweise zersetzt aus den Schichten vulkanischer Gerölle hervorragt. Ihn durchziehen Gänge eines feinkörnigen Diorites (No. 209). Als Geröll wurde im Rio Combeima bei Ibagué ein äusserlich syenitähnlicher Hornblendegranitit gesammelt, der in der Gegend von Pedregal ansteht. Mehr einer granitischen Gangsekretion gleicht ein Gestein (No. 210) von der Mina el Vergel bei Pedregal, welches in der Porzellanfabrik zu Bogotá verwendet wird.

1) Siehe Hettner, Litt. 107, Taf. 1 und Taf 2 Profil 1 u. 2.

Urgranit erwähnt HUMBOLDT[1]) vom Ufer des Combeima unfern Ibagué und Biotitgranit ŽUJOVIC[2]) von Ibagué. Ebenfalls aus dem Rio Combeima bei Ibagué stammen ein Dioritporphyrit (No. 260) von unbekannter Herkunft und recht interessante amphibolitartige Gesteine (222,3). Die letzteren sind im oberen Combeimathal sehr verbreitet und bilden mit anderen krystallinischen Schiefern die Grundlage des Tolima. Weitere ältere Gesteine liegen von diesem Vulkanberg nicht vor. HUMBOLDT erwähnt vom Fusse desselben Glimmerschiefer (Kosmos IV, 265).

Ein Gangquarz (No. 211), mattweiss, massig, aus dem Granit am linken Ufer des Rio Combeima oberhalb der Stadt Ibagué, angeblich aus einer nicht aufgeschlossenen „Mina rica" enthält Pyrit, Bleiglanz, in ausgewitterten Höhlungen Schwefelkryställchen. Zinnober mit Pyrit findet sich ferner in einem massigen Quarz (No. 213) der Mina de los Hornos nordwestlich vom Tolima oberhalb Ibagué vieja.

Von den nachzutragenden Andesiten, welche als Blöcke auf der Ebene zwischen Ibagué, dem Rio Coello und Gualandai ausgestreut sind, nimmt die Aufmerksamkeit eine Art in Anspruch, welche als dunklen Gemengteil nur Pseudomorphosen nach Hornblende enthält.

Wir haben demnach in dem durchreisten Gebiet auf dem linken Magdalenaufer krystalline Schiefer und alte Massengesteine, welche teilweise von tertiären und quartären Bildungen bedeckt werden.

Petrographische Bemerkungen.

STÜBELsche Sammlung No. 208—251.

Syenitgranit (No. 221), in der Gegend von Pedregal anstehend, Geröll im Rio Combeima bei Ibagué.

Dem blossen Auge erscheint das im allgemeinen helle grobkörnige Gestein mehr wie ein Syenit, weil Quarz wenig hervortritt und grosse Hornblendesäulen das Aussehen beherrschen. Aber schon am Schliff erkennt man mit blossem Auge durchsichtigen Quarz so reichlich, dass dem Gesteine der Name Syenit nicht gegeben werden kann.

Makroskopisch besteht dieser Granit aus dunkelgrünen, 7—8 mm grossen, gut begrenzten, regellos verteilten Hornblendesäulen, aus weissem und rotem Feldspath und Quarz, deren Grenzen verschwimmen. Das Gestein scheint örtlich infolge roher Parallellagerung der Hornblendesäulen eine Art Parallelstruktur und eine plattige Absonderung zu haben.

1) Litt. No. 9a, S. 72. 2) Litt. No. 90, S. 60.

Im Dünnschliff ist der Feldspath zum Teil stark getrübt und undurchsichtig, seltener noch frisch. Orthoklas herscht bei weitem vor. Fein gestreifte Oligoklase werden nicht eben häufig bemerkt. Gut begrenzte Säulen finden sich neben mehr xenomorphen Körnern. Gegenüber dem Quarz ist der Feldspath aber automorph.

Quarz bildet längliche, zuweilen verzweigte, durch Feldspathenden unterbrochene Partien, welche entweder aus einheitlichen grösseren Individuen bestehen oder bei + Nicols in ein Aggregat buchtiger gelappter Körner zerfallen. „Thonschiefernädelchen" sind recht reichlich, zierliche scharf sechsseitige braune Glimmerblättchen seltener eingelagert. Die Hornblende, in frischem Zustand stark pleochroitisch, grünschwarz bis grünbraun, verliert infolge Zersetzung den Pleochroismus, wird hellgrün und wandelt sich in Chlorit und Epidot um.

Dunkler, meist schon in Chlorit zersetzter Glimmer steht an Menge beträchtlich hinter der Hornblende zurück. Erz ist nur spärlich vorhanden, ebenso gehören grössere gelbliche Titanitkörner zu den Seltenheiten.

Glimmerarmer Granit (No. 208), kuppenförmig und zum Teil zersetzt aus den Schichten vulkanischer Gesteine herausragend bei Las Piedras zwischen Guataquí und Ibagué. Scheinbar grobkörnig, aus rotem und weissem Feldspath und Quarz bestehend. Auch u. d. M. erkennt man neben Orthoklas, gestreiftem Plagioklas und Quarz keinen dunklen Gemengteil. Vielleicht ist derselbe zersetzt und vorhandener Epidot und Brauneisen sind seine Zersetzungsprodukte. Das Gestein erweist sich auch als mechanisch verändert. Mikroskopische, mit feinkörnigem Aggregat erfüllte und Epidot führende Adern durchziehen das sonst gleichmässig körnige Gemenge, ursprünglich einheitliche Krystalle und Körner zerteilend. Auf Rechnung dieser mechanischen Beeinflussung sind weiter die vielfachen leichten Biegungen der Oligoklaslamellen, vielleicht auch eine mehrfach auftretende mikroklinartige Querstreifung der Feldspäthe an manchen Stellen zu setzen.

Pegmatitische Gangsekretion (No. 210) aus der „Mina el Vergel" bei Pedregal. Das Probestück zeigt jene zonale Anordnung der Gemengteile, welche diesen Gangausscheidungen eigen ist. Man bemerkt blassroten Orthoklas, der von schmalen Quarzadern durchzogen wird, und eine Zone von Muscovit, dessen Blätter senkrecht zur Feldspathlage gestellt sind.

Quarzdiorit (No. 209), gangförmig im Granit von Las Piedras (No. 208) zwischen Guataquí und Ibagué. Dunkeles Gestein, dessen Gemengteile mit blossem Auge und Lupe kaum noch erkannt werden können.

Die mikroskopischen Gemengteile sind bräunlich-körnig getrübter automorpher Feldspath, ziemlich viel xenomorpher Quarz, viel gelbbraune und grünbraune Hornblende in langen Säulen, teilweise in Chlorit und Epidot zersetzt. An letzterem Mineral ist das Gestein überhaupt reich.

Dioritporphyrit (No. 260), Geröll aus dem Rio Combeima bei Ibagué. Dunkelgrünlichgraue dichte Grundmasse mit zahlreichen weissen und gelblichen bis 3 und 5 mm grossen Feldspäthen. Kleine zerstreute schwarze Körnchen von Hornblende sind nur schwer erkennbar; vereinzelte Pyritkörnchen. U. d. M. besteht die vollkrystalline Grundmasse aus kräftigeren Plagioklasleisten, wenig xenomorphem Quarz und reichlich hellbraunen schlanken Hornblendesäulen. Der porphyrische Feldspath ist zum allergrössten Teil in Epidot umgewandelt. Epidot umsäumt auch die spärlichere porphyrische Hornblende, welche faserig geworden oder in Chlorit zersetzt ist. In der Zusammensetzung ähnelt das Gestein dem vorigen Diorit.

Amphibolitartige Gesteine aus dem Combeimathal und vom Tolima (No. 222/3).

Besondere Aufmerksamkeit verdient ein durch drei Handstücke vertretenes amphibolschieferartiges Gestein. Zwei von ihnen sind als Gerölle im Rio Combeima gesammelt; ähnliche Schiefer stehen im oberen Teil des Thales bei Pedregal an. Die durch das dritte Probestück dargestellte Abart ist im oberen Combeimathal sehr verbreitet und bildet mit anderen krystallinischen Schiefern die Basis des Tolima; sie stammt von der Casa y Pastales de los Santos Varones aus einer Höhe von 1700 m am Aufstieg zum Tolima.

Alle drei Varietäten (sie seien mit **a**, **b**, **c** bezeichnet) sind voneinander verschieden. Wohl stimmen sie in der Zusammensetzung überein, indem eine lichtgrüne Hornblende mit uralitischem Äusseren, Epidot, Quarz und Feldspath die Hauptgemengteile ausmachen. Aber in der Anordnung dieser Mineralien, in der makroskopischen und mikroskopischen Struktur weichen sie voneinander ab.

Art a hat weder eine deutlich massige noch eine ausgesprochen schieferige Struktur. Beim Anschlagen brechen kleine, eckige, keilförmige Stücke heraus, welche eine schuppighäutige Oberfläche erkennen lassen. Am ehesten könnte man von verworren- oder zerhackt-häutig sprechen. Etwa 2—3 mm grosse, wenig deutlich hervortretende, kreuz- und querliegende, regelmässiger Begrenzung entbehrende Hornblendesäulen, mehr Trümmer von solchen, werden von mattglänzenden grünen Häuten umflossen. Diese merkwürdigen auffallenden Eigenschaften, welche weder einem normalen Eruptivgestein noch einem primären krystallinischen Schiefer angehören können, finden ihre Erklärung durch die mikroskopische Untersuchung.

Den vorwiegenden Bestandteil bildet lichtgrüne Hornblende in grösseren Krystallen, Fasernbündeln und einzelnen schlanken Nadeln. Sie hat, wie oben schon bemerkt ist, uralitisches Aussehen: abgesehen von der Farbe bilden die Auffaserung namentlich an den Enden, die reichliche Einlagerung von Epidotkörnchen, die wenig scharfen Spaltrisse im Querschnitte, welche vielmehr wie verdrückt aussehen, nicht gerade sondern mehr wellige Linien darstellen, Eigentümlichkeiten, die man vom Uralit kennt. Da indessen zweifellose Beweise, unversehrter Augit und Formen dieses Minerales fehlen, auch in zahlreichen Schliffen nicht aufgefunden werden konnten, muss diese Frage unerledigt bleiben. Der Verfasser hält sie nach seinen Erfahrungen für Uralit.

Die Körper grösserer solcher Amphibolindividuen liegen nun meistens quer oder schief zu einer im Schliff vorhandenen Längsanordnung und Streckung der Gemengteile, aber sie (die Hornblenden) biegen und drehen sich mit ihrer faserigen spitz zulaufenden, zu einem Band oder einem Keile ausgezogenen gewellten Ende in die erwähnte Richtung hinein (s. Fig. 2 und 3 Taf. III), so dass förmliche Hornblendewirbel entstehen. Man erhält den Eindruck, als ob die ursprünglich im Gesteinsgewebe regellos angeordneten dicken Hornblendesäulen etwa durch Druck veranlasst worden wären, sich zu drehen, sich senkrecht zur Druckrichtung parallel zu legen, und als ob sie diese Wendung nicht ganz hätten ausführen können, als ob der Druck sie teilweise ausgezogen und die geschmeidigeren Enden in die erstrebte Richtung gelegt hätte. Versuche zu einer Parallelstruktur mit nur teilweisem Erfolg, so könnte man die Erscheinung kurz bezeichnen.

Einen ähnlichen gewundenen, wirbelartigen Verlauf haben Stränge und Wülste, welche aus dicht aneinanderliegenden kleinen Epidotkörnchen bestehen. Sie schieben sich zwischen die Hornblenden ein, machen die Bewegungen derselben mit, nehmen andernorts eine recht gerade Richtung an (der dunkle Streifen in Fig. 4 Taf. III).

Die übrige, aus eckigen und buchtigen Körnern von reinem Quarz und Feldspath bestehende Gesteinsmasse tritt demgemäss in Flecken und Strängen auf. In ihr erkennt man bei gekreuzten Nicols unschwer Reste von grösseren Feldspäthen, die sich randlich in ein kleinkörniges Aggregat auflösen, in dasselbe unvermerkt verlaufen (Fig. 4 Taf. III), das letztere frisst sich, wie man immer wieder zu sagen versucht ist, in sie hinein, zehrt sie auf.

Die geschilderten Verhältnisse sind in der That ganz ungewöhnlicher Art, wie sie weder in krystallinischen Schiefern, noch weniger in Eruptivgesteinen vorkommen. Sie finden am leichtesten ihre Erklärung in der Annahme, dass das fragliche Gestein ein durch Druck verändertes Massengestein, vielleicht auch ein ebenso beeinflusster Hornblendegneiss ist. Der Verfasser hält es, ohne weitere Beweise beibringen zu können, für ein dynamometamorphisches, ursprünglich augithaltiges Massengestein.

Die Varietät **b** zeigt makroskopisch eine deutliche, mit feiner Bänderung gepaarte Parallelstruktur, indem hier gelbe epidotreiche Quarz-Feldspathlagen mit grünen hornblendereichen, freilich ohne scharfe Grenzen wechseln.

Im Mikroskop begegnen wir ganz ähnlichen Verhältnissen, denselben Gemengteilen, querliegenden Hornblenden, aber die parallele Anordnung ist hier ausgeprägter, vollendet, wenn man bei dem obigen Bilde bleibt.

Die Art **c** endlich entbehrt dieser Bänderung. Eine deutliche Schieferung, die zum Stengligen neigt, hat Platz gegriffen, das Gestein gleicht mehr einem dem Grünschiefer nahestehenden Epidothornblendeschiefer.

Andesite.

Pyroxenandesit (No. 261—264), Blöcke auf der Ebene zwischen Ibagué, dem Rio Coello und Gualandai zerstreut; aus der Quebrada de Gualandai, Puerta de Gualandai. Dunkelgrau, kleinporphyrisch. Dieser Andesit gehört dem in Colombia weitverbreiteten Typus mit hyalopilitischer Grundmasse an. In der Ausbildung dieser stehen ihm am nächsten die Vorkommnisse von der Mesa nevada de Herveo (Páramo de Ruiz, Küch S. 93), einige vom Vulkan von Pasto, von der Cocha und von der Loma de Ales, wenn auch eine vollständige Gleichheit nicht vorhanden ist.

Zwei Proben von dem obengenannten Ort besitzen eine ungemein feine dunkelgraue Grundmasse, welche aus einem farblosen Glas und massenhaft eingelagerten farblosen nadelförmigen Mikrolithen nebst Erzkörnern besteht. Die porphyrischen Einsprenglinge, meistens glashaltiger Plagioklas und schwachpleochroitischer monokliner Augit (grün, rötlich) sind nicht zu reichlich vorhanden.

Eine dritte Probe zeigt hellere und gröbere Grundmasse. Neben Erz und einzelnen Augitkörnern sind die kräftigeren, fluidal angeordneten Feldspathleisten deutlich ihrer Natur nach zu erkennen. Als einziger Einsprengling tritt hier Augit in kleinen und wenigen häufig verzwillingten Krystallen und Körnern auf.

Ein viertes Handstück enthält wenig schwarzgesäumte Hornblende. Die Grundmasse ist lichter bräunlich und mit wenig Mikrolithen versehen. Dagegen sind die porphyrischen Ausscheidungen ausserordentlich zahlreich, neben Augit namentlich Feldspath, der sich durch den Reichtum an Glaseinschlüssen und durch die schöne Zonenstruktur auszeichnet.

Von dem gleichen Orte wie die vorigen stammt ein durch drei Handstücke vertretener Andesittypus (No. 265—267), welcher mir von Küch nicht genügend hervorgehoben zu sein scheint. Die

Gesteine sind mäusegrau, körnig dicht, entbehren makroskopischer Ausscheidungen. Bei der Betrachtung u. d. M. ist die sofort auffallende bemerkenswerteste Erscheinung, dass als porphyrische Einsprenglinge fast nur vollkommene Pseudomorphosen von Magneteisen nach Hornblende vorhanden sind. Dieselben haben zuweilen in Querschnitten ausgezeichnet die Form des Muttermminerales bewahrt. Bei genauer Betrachtung zeigen sich die opaken Körner gemengt mit Augitkörnern, und randlich tritt zuweilen ein Kranz von letzteren auf. Ausser vereinzeltem Olivin führen die Gesteine hie und da weisse rissige Quarzkörner. Der lose Zusammenhang derselben mit der Gesteinsmasse, der Umstand, dass sie makroskopisch schon mit einem Häutchen grüner Substanz und von Kryställchen umgeben sind, lässt sie als aufgenommene Fremdlinge deuten. U. d. M. ist nun jedes Quarzkorn mit einem derartigen Kranz von Augitkörnern, welche zuweilen stengelig und radial gestellt sind, versehen. Die sehr helle Grundmasse bildet ein farbloses Glas, in welches kleine Feldspathleisten, lichtgrüne Mikrolithen und Erzkörner eingestreut sind. Tridymit findet sich in kleinen Nestern vor.

Gesteine mit genau den gleichen oder ganz ähnlichen Eigenschaften beschreibt KÜCH vom Tajumbina, von der Loma de Ales, aus dem Rio Mayo.

Sie finden sich ferner in Bolivien auf der Ruinenstätte von Tiahuanaco,[1]) am Cerro Capira, am Titicacasee, und ähnliche Verhältnisse beschreiben FELIX und LENCK an Hornblendeandesiten des Thales von México.[2]) Bei letzteren liegen wasserhelle und schwach rötliche Quarzkörnchen meist ganz locker in kleinen, von zarten grünen Augitnädelchen ausgekleideten Hohlräumen.

Es scheint dies in der That ein feststehender, weitverbreiteter Andesittypus zu sein, und man möchte annehmen, dass seine Eigenschaften einen ursächlichen Zusammenhang mit den Entstehungs- und Erstarrungsbedingungen haben; welches dieselben sind, lässt sich ohne weiteren Anhalt nicht angeben.

Pyroxenandesit, amphibolführend, Gerölle im Magdalenathal bei Guataquí. Einmal feinporös hellgrau, dann kompakt dunkelgrau. Der Farbenunterschied macht sich auch mikroskopisch geltend. Das hellere Gestein besitzt ein farbloses Grundmassenglas, in welches nur locker breiter rechteckige und lang leistenförmige Mikrolithen (Feldspath) eingelagert sind. Der lichtgefärbte Augit scheint wegen der geraden Auslöschung zum Teil rhombisch zu sein.

In dem zweiten dunkleren Gestein ist auch mikroskopisch die Grundmasse dunkler, bräunlich, von nadelförmigen Mikrolithen dicht erfüllt.

Zersetzter Andesit (No. 251), Lava des Tolima, Geröll aus dem Rio Combeima bei Ibagué.

Das Gestein ist wegen seiner Zersetzungserscheinungen für spätere Erörterungen wichtig. Dass es ein Andesit ist, kann nicht zweifelhaft sein. In der hellen Feldspathmikrolithengrundmasse sind als Einsprenglinge zweiter Generation Pseudomorphosen von Hämatit nach Hornblende(?) eingestreut. Der porphyrische dunkle Gemengteil scheint durch Hornblende und Augit vertreten gewesen zu sein. Man bemerkt Querschnitte beider Mineralien. Sie sind aber ganz in Magnetit umgewandelt oder sekundärer Calcit erfüllt die Magnetithülle. Derartige von Erzsaum umgebene Calcitpseudomorphosen liessen einigemale scharfe Querschnittformen des Augites erkennen. Der porphyrische Feldspath zeigt Glaseinschlüsse; teilweise ist er rein und frisch, anderenteils maschenförmig zersetzt. Bräunlicher Apatit, den Küch mehrfach als mikroskopischen Gemengteil der colombischen Andesite erwähnt, findet sich auch hier gewissermassen als Beweis für die Andesitnatur dieses Gesteines.

1) BERGT, Die Gesteine der Ruinenstätte von Tiahuanaco. Abh. Isis, Dresden, 1894, 37.
2) Beitrag z. Geol. u. Pal. d. Rep. Mexico 1890, I, 89.

VII. Das obere Magdalenathal.

(Von Ibagué über Neiva und La Plata nach Popayan zwischen Mittel- und Ostcordillere; Überschreitung der Mittelcordillere.)

Litteraturverzeichnis: No. 9, 9a, 24, 34, 59, 64, 72, 90, 91, 94, 104, 107, 108.

Die Reise von Ibagué im Magdalenathal aufwärts hat folgenden Verlauf und berührt die später wieder zu nennenden Punkte:

Von Ibagué (1280 m) den Combeima abwärts, bei der Mündung des kleinen von N kommenden Flüsschens Gualandai (600 m) wird der Rio Coello (339 m) überschritten, den westlich und südwestlich vom Übergang unfern gelegenen Orten Payandé und Valle ein Besuch abgestattet, dann der Weg nach S fortgesetzt nach Guamo (302 m), der Rio Saldaña (223 m) gekreuzt und bei Purificacion (339 m) der Rio Magdalena (311 m) erreicht, auf dessen linker (westlicher) Seite Natagaima (318 m), nicht weit südlich davon der Cerro Pacandé und die Quebrada de Yaco berührt werden. Etwas unterhalb Villa vieja treten wir auf die rechte (östliche) Seite des Rio Magdalena und bleiben auf derselben bis Garzon. Auf dieser Strecke Villavieja-Garzon sind die Orte zu nennen: Fortalecillas (384 m), Neiva (451 m), El Hobo (624 m), Quebrada de las Vueltas, Garzon (823 m). Überschreitung des Magdalena (716 m), Pital (921 m). Ein Ausflug nach dem Cerro Pelado (zwischen Rio Magdalena und Rio Suaza, nicht wie auf der Karte von Codazzi zwischen Rio Magdalena und Rio de la Plata) führt von Pital auf der westlichen Magdalenaseite nach San Antonio del Hato (825 m), bei Maitos (888 m) über den Magdalena, auf dessen rechter-östlicher Seite nach Oparapo (1422 m) und auf den Cerro Pelado (2684 m), hinunter nach Salado blanco (1511 m) und bei Oritoguas (971 m) wieder über den Rio Magdalena, an dessen Westufer aufwärts nach La Calzada (1006 m) und Matanza (1281 m), hinüber nach San Augustin (1636 m) auf dem Ostufer, hier abwärts über den Rio Sombrerillo (1371 m) nach Pitalito (1193 m), Timaná (1025 m), Naranjal (1352 m), bei Guaira (861 m) über den Magdalena nach San Antonio del Hato (826 m) und Pital (921 m) zurück. Von Pital geleitet der Weg über die Höhe Cimarronas (1893 m) nordostwärts nach La Plata (1016 m) am Rio de la Plata, welcher von der Sierra nevada de Coconuco kommt und unterhalb La Plata in den Rio Páez mündet. Zum Übergang

über die Mittelcordillere zieht der Weg am Rio Páez aufwärts über Las Cuevas (1126 m), la Topa (1300 m), Pedregal, Viborá (1515 m), Coetando, Pueblito (1415 m), Tálaga (1697 m), Huila (1974 m), Bitonco (2442 m), Mosoco (2769 m) über den 3766 m hohen Paramo de Moras (3766 m) hinab nach Silvia (2536 m) und Popayán (1741 m).

Dieser Reiseweg verläuft also vorwiegend im Magdalenathal nicht weit ab von dessen Ufern, zum kleineren Teil auf dessen rechter (östlicher), der Ostcordillere zugewandter, zum grösseren Teil auf der linken (westlichen) Mittelcordillerenseite. Endlich wird diese selbst überschritten.

Geologie. Während ältere Eruptivgesteine aus diesem Gebiet in grosser Zahl und Mannigfaltigkeit vorliegen, fehlen **krystallinische Schiefer** fast vollständig unter den zur Verfügung stehenden Proben. Dieser wahrscheinlich auf Zufälligkeiten beruhende Umstand kann keineswegs zur Aufstellung der Behauptung benutzt werden, dass krystallinische Schiefer nicht am Aufbau der benachbarten Gebirge beteiligt wären. Deren Anwesenheit ist im Gegenteil anzunehmen, namentlich in der Mittelcordillere. Ein undeutlich flaseriges, gneissartiges Gestein (es steht leider nur ein kleines Stück zur Verfügung) aus der Quebrada Caparoso bei Oparapo, in welcher auch versteinerungsführende Schichten der Kreideformation anstehen, gehört nicht zu den echten Gneissen; es dürfte vielmehr ein durch Gebirgsdruck gneissartig gewordener Granit sein, wie ausser der mikroskopischen Beschaffenheit schon sein Äusseres anzeigt. Auf das Vorhandensein metamorphosierender Druckkräfte verweisen noch andere, unten zu erwähnende Erscheinungen.

Ein einziger echter krystalliner Schiefer, ein schön hellgrüner Malakolithstrahlsteinschiefer stammt als Geröll aus dem Rio de la Plata in der Nähe der gleichnamigen Stadt. Von anderen Orten der Erde kennt man derartige Gesteine aus den archäischen Schichten und zwar gern an krystallinen Kalk gebunden.

Sehr bunt ist dagegen die Reihe der **älteren Massengesteine.** Wir begegnen Graniten, Syeniten, Dioriten, Quarzporphyren mit Breccien und Tuffen, Diorit- und Diabasporphyriten.

Bei den Graniten fällt die geringe Beteiligung der sonst gewöhnlichsten Glimmergranite auf, während hornblendehaltige Glieder reichlicher vertreten sind. Dieselben haben meistens syenitisches Aussehen, weshalb z. B. Humboldt[1]) von Syenit bei Huila, Urfelsarten aufgelagert, spricht. Einige, namentlich die aus dem Rio Páez bei Pueblito, erinnern mit ihren weissen, grünlichen, gelblichen und rötlichen Feld-

1) Litt. No. 9a, S. 128.

spathen an die bunten „Syenite“ Mährens. Aber wie letztere wegen ihres Quarzreichtums von MAKOWSKY und RZEHAK[1]) zu den Hornblendegraniten gerechnet werden, so sind auch unsere Gesteine keine typischen Vertreter des Syenites, sondern als Syenitgranite zu bezeichnen. Sie liegen nur aus der Mittelcordillere vor, hauptsächlich aus dem oberen Páezthal von Pueblito, Tálaga, Huila, eine Probe, allerdings nur einem Blockvorkommnis entnommen, viel weiter nördlich im Magdalenathal aus der Quebrada de Yaco oberhalb Natagaima.

Interessant ist das Auftreten augithaltiger Glieder der Syenit- bez. Dioritgruppe. Ein Vorkommnis im Rio Sombrerillo bei San Agustin (anstehend) gleicht dem Augitsyenit (Monzonit) von Gröba in Sachsen. In ihm tritt Camptonit gangförmig auf und über ihm liegt eine mehrere hundert Fuss mächtige Geröllschicht. Mehr den von KLOOS[2]) beschriebenen Augitdioriten von Aruba entspricht ein Geröll aus dem Rio de la Plata nicht weit von der gleichnamigen Stadt.

Quarzporphyre, von Tuffen und Breccien begleitet, trifft man in der südlichen Hälfte des Gebietes sowohl auf der westlichen wie östlichen Seite des Magdalena, also in beiden Cordilleren. Zu den westlichen Ausläufern der Ostcordillere gehören die Vorkommnisse Fortalecillas bei Neiva und Quebrada de las Vueltas oberhalb El Hobo. In den Bereich der Mittelcordillere fallen die Porphyrfundstellen Cerro Pacandé und Quebrada de Yaco oberhalb Natagaima, weiter südlich die Höhe Cimarronas (1900 m) zwischen Pital und La Plata, Rio Magdalena am Übergang bei Maitos, Rio de la Plata nicht weit von der Stadt und Rio Páez bei Huila. Hervorzuheben ist die Ähnlichkeit der Gesteine einiger voneinander entfernter Orte. Ein schwarzer Porphyr von Fortalecillas ähnelt sehr einem Gestein aus dem Rio de la Plata und verkieselte Tuffe lieferten die Quebrada de Yaco, der Cerro Pacandé und die Höhe Cimarronas.

Auf die Mittelcordillere beschränkt sind (nach dem vorliegenden Material) dioritische und diabasische Gesteine. Hier scheinen sie aber eine sehr weite Verbreitung zu haben. Merkwürdigerweise spielen die ersten, die Diorite, eine grosse Rolle sowohl in gleichmässig körniger wie porphyritischer Ausbildung. Körnige Diorite liegen nur aus dem oberen Páezthale (Coetando und zwischen Las Cuevas und La Topa) und von La Plata vor. Weiter nach N erstrecken sich dagegen Dioritporphyrite. Sie sind gefunden worden im Rio Coello, in der Quebrada de Yaco oberhalb Natagaima, am Flussübergang bei Maitos südlich von Pital, in der Quebrada Sombrerillo bei San Agustin, endlich im oberen Páezthal bei Pueblito.

1) Bericht N. J. f. M. 1885, II, 421.

2) Untersuchungen über Gesteine und Mineralien aus Westindien. Sammlungen d. geol, Reichsmuseums, Leiden. Ser. II, Bd. 1, 1886, S. 24.

Den Dioritporphyriten wurde auch ein Gesteinstypus angeschlossen, welcher auf diesem Teil des Reiseweges nur durch ein Vorkommnis, vom Dorf Huila, vertreten ist, welcher aber weiter südlich eine grosse Bedeutung erhält.

Diabasische Gesteine sind lediglich in porphyritischer Ausbildung vorhanden. Sie reichen ähnlich wie die Dioritporphyrite von La Plata und Huila weit in das Magdalenathal hinab bis nach Natagaima. Unter ihnen verdient ein dem Porfido verde antico an Schönheit gleichkommender diabasischer Labradorporphyrit aus der Quebrada de Yaco oberhalb Natagaima hervorgehoben zu werden. Bemerkenswert ist die Angabe, dass derselbe auch am Rio Saldaña anstehen soll. Der genannte Fluss mündet unterhalb Natagaima in den Magdalena und sein Gebiet hat gegenwärtig oberhalb seiner Einmündung kaum eine Verbindung mit dem des Magdalena, zwischen beiden liegen vielmehr beträchtliche Höhenzüge und Wasserscheiden, Verhältnisse, welche auf die weite Verbreitung dieses Porphyrites hindeuten.

Über die geologische Zugehörigkeit einiger recht interessanter granathaltiger krystalliner Kalke, Granatfelse und Kalkgranathornfelse fehlen leider Angaben und Anhaltspunkte. Solche Gesteine kommen in zwei ganz entfernten Gegenden des Gebietes vor, im Norden am Rio Coello oberhalb der Combeimamündung, in Begleitung von Zink- und Kupfererzen am Rio Luisa zwischen Payandé und Valle und im Süden im Páezthale bei La Topa. Die Gesteine, deren Granaten optische Anomalien zeigen, sind als **kontaktmetamorphische Kalke** aufzufassen und bilden schöne Seitenstücke zu den gleichen Kontaktgesteinen von Predazzo, der Pyrenäen, von Berggiesshübel in Sachsen, des Christianiasilurbeckens und anderer Orte.

Der **Kreide**, der ältesten durch Versteinerungen nachgewiesenen Formation in diesem Gebiet, gehören zwei bitumenreiche, Petroleum führende Kalkschiefer an. Der eine steht nebst einem hellen dünnblätterigen Thonschiefer unterhalb der Höhe Cimarronas am Abstieg nach La Plata an. Der andere findet sich an der Südwestseite des Cerro Pelado, aus ihm treten am Rio Guayabo (Südostseite des Cerro Pelado) Schwefelquellen hervor. Dieser Kalk vom Rio Guayabo, ebenso ein gelblichbrauner Sandstein zwischen Pital und La Plata, haben eine Zeitlang als jurassisch gegolten, indem Steinmann[1]) Ammoniten aus denselben mit Formen aus dem Lias δ vergleichen zu können glaubte. Mit dem Widerruf dieser Bestimmung verschwand das einzige Juravorkommnis nördlich von Perú.

Ein schwarzer lyditartiger Kieselschiefer, vom Cerro San Francisco (nordnordöstlich vom Puracé) stammend, hat vermutlich auch cretaceisches Alter. Er enthält

1) Litt. No. 91, 94. Vergleiche auch No. 73.

undeutliche mikroskopische Foraminiferen und gleicht dem aus dem Schlamm von Turbaco (S. 29). Er ist sehr verbreitet im Thale von Inza (Rio Hullucos, westliches Seitenthal des Rio Páez bei Viborá). Bei Viborá wird er von Andesittuffen überlagert. Versteinerungsführende Kreideschichten stehen an in der Quebrada Caparoso bei Oparapo.

Die im N und NO Colombias ausgebreiteten, grosse Gebiete bedeckenden jüngeren Formationen des **Tertiärs** und **Quartärs** setzen sich nach S zu buchtenartig in die Flussthäler fort. Wir treffen die aus Andesittuffen, andesitischen Sandsteinen, dem oben erwähnten Hondasandstein Hettner's, zusammengesetzte Tertiärformation bis weit hinauf im Magdalenathal. Herr Stübel fand dieselbe an folgenden Punkten:

Den Boden des Magdalenathales zwischen Natagaima und Villa vieja unterhalb Neiva bildet ein andesitischer Sandstein mit feineren und gröberen Lagen. Hellgrauen, zum Teil mit Andesitbrocken reichlich gespickten Andesittuff bemerkt man in steilgestellten Schichten auf den Bergen, von denen man zur Quebrada de las Vueltas (zwischen Garzon und El Hobo) hinabsteigt. Sehr lockerer Sandstein bildet das enge Flussthal zwischen La Plata nueva und La Plata vieja, besonders auch bei Naranjal in feineren und gröberen Schichten. Th. Wolf vergleicht das Gestein mit dem „Britz" von Laach; wie dieser enthält es Pflanzenabdrücke. In ihm finden sich die „Cuevas de las lettras," Höhlen mit vermeintlichen Schriftzeichen an den Wänden. Festerer andesitischer Sandstein steht auf dem Weg von Timaná nach Naranjal an. Endlich ist ein dunkelbrauner andesitischer Sandstein im oberen Páezthal um Coetando sehr verbreitet. Sandsteine, zum Teil konglomeratartig, in denen kein andesitisches Material bemerkt wurde, finden sich in den Gebirgen zwischen dem Rio Coello und Guataquí und stehen in der Quebrada Gualandai zwischen Ibagué und dem Rio Coello an.

Den von Küch aus diesem Gebiet beschriebenen **jüngeren Eruptivgesteinen** sind ausser einigen Andesiten noch mehrere interessante Vorkommnisse hinzuzufügen. Die geringe Zahl der Basalte (siehe Küch S. 88) wird auf unserer Reisestrecke um zwei vermehrt. Ein echter schwarzer schwerer Basalt fand sich als Geröll im Rio Guayabo.

Ein anderer olivinreicher Felspathbasalt ist im sogenannten Statuenhain bei San Agustin zu Säulen verwendet worden, während eine Bildsäule aus einem hellen grauen Gestein besteht, das man für einen mikrosphärolithischen Liparit — einen in Südamerika ausserordentlich seltenen Gast — anzusprechen geneigt wäre, wenn nicht ganz ähnliche Ausbildungen des Dacites hier vorkämen. Dieser Dacit

stammt wahrscheinlich aus der Nachbarschaft. Denn ein recht ähnliches Gestein, das freilich durch starke Verwitterung etwas unkenntlich geworden ist, steht in der Quebrada de la Mesa unterhalb des Statuenhaines bei San Agustin an. In dasselbe sind Wasserlöcher und Rinnen eingehauen, welche vielleicht auf die nämliche Zeit zurückgeführt werden dürfen wie die Herstellung der z. T. grabsteinartigen Bildsäulen.

Petrographische Bemerkungen.

(Stübelsche Sammlung No. 205—220, 271—345.)

Krystalline Schiefer.

Malakolith-Tremolitschiefer (No. 315), Geröll aus dem Rio de la Plata unweit von der Stadt. Feinkörnig, hellgrün mit weissen aus Tremolitnadeln bestehenden seidenglänzenden Lagen. Der Tremolit ist im Schliff wasserhell, von reiner Substanz, bildet kräftige Säulen ohne Längsrisse und Querabsonderung und krystallographische Endbegrenzung. Sehr häufig bemerkt man Zwillinge, auch solche aus drei Individuen bestehend. Während in den weissen Lagen die farblose Hornblende fast allein herrscht, gesellt sich in der Hauptmasse zu ihm hellgrüner, in kurzen rundlichen Körnern auftretender Augit und ebenso gestalteter Epidot. Letzterer tritt ausserdem in jenen, dem Epidot eigentümlichen, aus dichtgedrängten Körnchen zusammengesetzten wolkigen Häufchen und Strähnen auf. Stellenweise nimmt die farblose Hornblende an Menge bedeutend ab, ja verschwindet fast ganz, dann erscheint Quarz nebst gestreiftem Feldspath in rundlichen isometrischen Körnern. Wie schon angedeutet, hat die Hornblende den anderen Gemengteilen gegenüber automorphen Charakter. Die Lagen, in denen sie neben dem xenomorphen Augit vorwiegt, besitzen infolge der parallelen Anordnung der Tremolitsäulen eine parallel stengelige Struktur; dieselbe wandelt sich mit dem Schwinden der Hornblende in eine gleichmässig-körnige allotriomorphe um.

Altere Massengesteine.

Biotitgranit (No. 294), durch Druck gneissartig. Aus der Quebrada Caparoso bei Oparapo. Hellgelblich, scheinbar grobkörnig, mit welligflaseriger Textur, letztere weniger durch Glimmerhäute als durch wellig verlaufende deutliche Druckflächen hervorgerufen. Dunkler Glimmer ist in 1 mm grossen Blättchen nicht reichlich vorhanden. Neben ihm sind die einzigen Gemengteile getrübter Feldspath und Quarz. Alle drei Mineralien zeigen die Spuren des Druckes. Den Quarz umgeben randlich Trümmerzonen, kräftige Sprünge durchziehen grössere Körner desselben; zwischen gekreuzten Nicols lassen scheinbar einheitliche Individuen Aggregatpolarisation oder huschende Auslöschung bis fleckiges Polarisieren erkennen. Im letzteren Falle ist es entweder noch nicht zu einer mechanischen Trennung der optisch verschieden orientierten Teile gekommen, oder eine solche wird durch ganz zarte, nur bei Dunkelstellung erkennbare Sprünge angezeigt. Bei dem weniger spröden Feldspath hat der Druck noch nicht die Wirkungen wie am Quarz hervorzubringen vermocht. An ihm kann

nur ein mikroklinartiges streifig-fleckiges Polarisieren darauf zurückgeführt werden. Teilweise ist der Feldspath ganz von hellen Fasern, Säulen und Epidotkörnern erfüllt. Am Glimmer machen sich Anfänge der Zerreibung bemerkbar.

Biotitgranit (No. 312), Geröll aus dem Rio de la Plata unweit von der Stadt. Glimmerarm, kleinkörnig weiss. Das Mikroskop zeigt ein richtungslos körniges Gemenge von getrübtem Orthoklas, viel gestreiftem Plagioklas, Mikroperthit, Mikroklin und Quarz. Grüner Glimmer ist nur in geringer Menge zugegen, vereinzelt Muscovit und Titanit.

Syenitgranite. Loser Block in der Quebrada Yaco oberhalb Natagaima (No. 274), ziegelrot, feinkörnig, durch grössere gelbe Feldspäthe und schwarze Hornblenden porphyrartig.

Bunter Syenitgranit (No. 334/5), Blöcke im Rio Páez bei Pueblito, auch um Tálaga und Huila verbreitet. Mittel- bis kleinkörnig; bläulichgraue Gesamtfarbe. Neben reichlicher Hornblende wiegt Feldspath mit brauner, bläulich- und rötlichweisser, auch blassgrüner Farbe vor, während Quarz makroskopisch kaum bemerkt wird.

Block von der Schutthalde, auf der das Dorf Huila liegt (No. 336). Feinkörnig, sehr hell, ärmer am dunklen Mineral, am reichsten an Quarz, reich an winzigen Pyritkörnchen.

Geröll im Rio Páez bei Huila (No. 338). Mittel- bis kleinkörnig, reich an Hornblende, am ärmsten an Quarz und am syenitähnlichsten.

Wie schon eingangs erwähnt, wurden diese granitischen Gesteine wegen ihres syenitischen Aussehens Syenitgranite genannt. Monokliner und trikliner Feldspath, Quarz, Hornblende und Biotit sind in wechselndem Verhältnis ihre Gemengteile. Bei allen waltet namentlich makroskopisch der Feldspath vor, während die dunklen Mineralien nicht allzu reichlich, bei zwei Vorkommnissen sogar sehr spärlich sind (No. 335, 336). Erst unter dem Mikroskop ergiebt sich, dass Quarz bei den drei Gesteinen (No. 274, 334, 335) in fast gleicher Menge wie Feldspath, in einem Gestein (No. 336) überwiegend, in ebenfalls einem (No. 338) nur untergeordnet beteiligt ist. In allen Vorkommnissen aber besitzt der Feldspath automorphe und zwar säulenförmige Gestalt, während der Quarz xenomorph ausgebildet ist. In den quarzreichen Graniten (No. 274, 334, 335, 336) findet man ausserdem Anklänge an pegmatitische Verwachsung der beiden eisenfreien Gemengteile. Überall zeigt der Feldspath schon starke Trübung und eine nachträgliche Rotfärbung durch äusserst fein verteilte ferritische Substanz (No. 274) oder grünliche und gelbliche Töne infolge Einlagerung von chloritischen Substanzen und von Epidot. Am reichsten an Plagioklas scheint merkwürdigerweise gerade das quarzreichste Gestein (No. 336) zu sein, das sich dadurch dem Quarzdiorit nähert. Die Hornblende weist die frischeste Beschaffenheit in No. 334 und 338 auf, im ersteren ist sie grün, im zweiten gelbbraun; aber auch hier hat die Umsetzung in Chlorit und Epidot begonnen, welche in den übrigen Vorkommnissen weit vorgeschritten ist. Durch reichlicheren Gehalt an braungelbem Biotit wird No. 334 zu einem Hornblende-Biotitgranit. Erzkörner sind, wie dies in granitischen Gesteinen meist der Fall ist, nicht reichlich vorhanden, in geringster Menge in dem quarzarmen syenitischen Gestein (No. 338).

Augitsyenit (Monzonit) (No. 297) im Rio Sombrerillo anstehend. Das im allgemeinen dunkler graue, mittelkörnige feste granitähnliche Gestein gleicht makroskopisch und mikroskopisch vollständig dem Augitsyenit von Gröba bei Riesa in Sachsen, wenigstens der typischsten Ausbildung dieses wechselreichen Gesteines. Schon mit blossem Auge kann man den Reichtum an einem bläu-

lichen zwillingsgestreiften Plagioklas feststellen, welcher nach der mikroskopischen Prüfung über Orthoklas das Übergewicht zu haben scheint. Der vorwaltende dunkle Gemengteil ist ein im Schliff hellgrüner, wenig pleochroitischer, malakolithähnlicher monokliner Augit (Auslöschung bis 45°). Er bildet frische, langsäulenförmige, weder am Ende noch seitlich krystallographisch begrenzte Gestalten, welche meist ein Saum von grüner kompakter Hornblende umgiebt. Irgend welche Zeichen für die sekundäre Natur der letzteren sind nicht vorhanden. Sie ist scharf gegen den helleren Augit ohne Uebergangsstufen abgesetzt. Auch mit braunem Glimmer verwächst der Augit, alle drei Mineralien finden sich nicht selten innig zu einem Korn verbunden. Dem einzeln auftretenden Glimmer sind häufig zerlappte, skelettartige Gestalten eigentümlich. Quarz wird nur in wenigen lückenausfüllenden Körnern bemerkt.

In der mineralischen Zusammensetzung schliesst sich an das vorige Gestein eng ein solches aus dem Rio de la Plata unweit von der Stadt an (No. 311). Es ist gröber im Korn, heller und gleicht auf den ersten Blick durch seinen makroskopischen Reichthum an schwarzen pechglänzenden Glimmerblättchen mehr einem normalen Biotitgranit. Die mikroskopische Untersuchung zeigt die gleichen Mineralien, aber in anderem Mengenverhältnisse als im vorigen. Der schon erwähnte grössere Reichtum an dunklem Glimmer wird begleitet von einem solchen an Quarz und an Plagioklas gegenüber dem monoklinen Feldspath. Dagegen tritt der Augit etwas zurück. Derselbe zeigt als Axenfarben farblos-grünlich-rötlich und erinnert zuweilen durch eine längsverlaufende Faserung und stengelige Struktur an Diallag. Seine Verwachsung mit grüner Hornblende und Glimmer ist die gleiche wie im vorigen Gestein. Zahlreiche kleine Hornblendepartien im Augit lassen an eine nachträgliche Entstehung der ersteren denken, wofür aber keine weiteren Anhaltspunkte gefunden werden konnten. Manche Plagioklase bergen massenhaft quadratische Erzkörnchen und hellgrüne rundliche Augite.

Quarzporphyre. Mikrogranitporphyr (No. 291). Blöcke in der Quebrada de las Vueltas (zwischen El Hobo und Garzon). In einer dichten, zart fleischroten Grundmasse sind zahlreiche weisse und rötliche trübe, wenig scharf gegen die letztere abgegrenzte Feldspäthe, rauchgraue Quarze in grosser Zahl und spärlicher dunkelgrüne Hornblende eingebettet, alle Mineralien in Körnern bis zu 4 mm Grösse.

U. d. M. stellt die Grundmasse ein granitisch körniges Gemenge von trübem, rötlich wolkigem Feldspath und Quarz dar, denen wenige Erzkörnchen zugesellt sind. Unter den porphyrischen Feldspäthen finden sich auch gestreifte Plagioklase, sie sind aber durchweg stark getrübt. Am Quarz bemerkt man nichts Erwähnenswertes. Hornblende, vielleicht auch Biotit unterlagen bei leidlicher Erhaltung der ursprünglichen Gestalt der Zersetzung in Chlorit und Epidot.

Einem ganz anderen Typus gehören die **schwarzen Porphyre** von Fortalecillas bei Neiva (No. 282) (Blöcke in der Umgegend sehr verbreitet) und aus dem Rio de la Plata unweit von der Stadt an (No. 314).

Der erstere gleicht makro- und mikroskopisch dem auf Seite 33 beschriebenen aus dem Magdalena bei Garcera. Nur haben bei dem jetzt in Rede stehenden Gestein die feiner körnigen oder felsitischen, an Erz reicheren und die helleren gröberen Schlieren eine regelmässigere Anordnung. Sie sind langgezogen parallel und bedingen gute Fluktuationsstruktur. Eigentümlich ist auch, dass von den Rändern der erzreichen Gesteinsmasse aus winzigen schwarzen Körnchen bestehende Margarite, gerade und gebogen, zottenartig in die helleren Schlieren hineinhängen.

Der porphyrische Quarz zeichnet sich durch mannigfaltige und merkwürdige Formen an-

nehmende Einbuchtungen und Einschlüsse der Grundmasse aus. KÜCH erwähnt S. 61 solche von dihexaëdrischer Gestalt in ausgezeichneter Schönheit aus diesem Porphyr.

Der Porphyr aus dem Rio de la Plata (No. 314) ist bedeutend krystallreicher, zahlreiche weisse und rote Feldspathe und bis 5 mm messende Quarze drängen die Grundmasse etwas zurück. Im Mikroskop zeigt dieser Porphyr die Fluidalstruktur schöner und ausgeprägter, indem braune erzärmere Schlieren die ganze Masse durchziehen und sich um die porphyrischen Krystalle herumwinden. Auch die oben erwähnten zottenartigen Margarite sind hier vortrefflich ausgebildet. Ein spärlich vorhandener dunkler Gemengteil, wahrscheinlich Glimmer, unterlag ganz der Umwandlung in Chlorit und Magneteisen.

Ein Zinkblende und Kupferkies führendes Gestein (No. 321), das aus der Gegend von Pital stammen soll (unwahrscheinlich nach STÜBEL), muss ebenfalls als ein freilich stark umgewandelter Porphyr angesprochen werden. Die Grundmasse ist von sekundären farblosen Glimmerschüppchen dicht erfüllt. Quarz findet sich nur in wenigen Körnern ausgeschieden, welche zuweilen recht scharfe sechsseitige Umgrenzung, andererseits typische Korrosionsformen zeigen. Die zahlreicheren porphyrischen Feldspäthe treten zwar sowohl im gewöhnlichen Licht als auch zwischen gekreuzten Nicols als hellere Partien mit deutlich und noch recht charakteristischen Umrissen hervor, sind aber gleichfalls mit teilweise gröberen farblosen Glimmerblättchen ganz erfüllt.

Porphyrähnliche Tuffe, Breccien und Breccientuffe.

Porphyrtuff (No. 276), Blöcke in der Quebrada de Yaco oberhalb Natagaima. Hellgrauviolettes hartes porphyrähnliches Gestein, in dem nur kleine, weniger als 1 mm messende Krystallsplitter zu erkennen sind.

Im Schliff, am besten in einem nicht zu dünnen, fallen sofort jene eigentümlichen scherben-, mondsichelähnlichen, konkavbogigen Gestalten in die Augen, welche man schon länger aus Porphyroiden und Tuffen kennt (siehe Taf. 6, Fig. 5) und wie sie zuletzt ausführlich von MÜGGE [1]) beschrieben und abgebildet worden sind.

In einem dicken Präparat tritt die durch sie hervorgerufene Struktur, welche man früher als Migrationsstruktur, jetzt wohl besser als Aschenstruktur z. T. bezeichnet, am deutlichsten im Gesamteindruck hervor. Die einzelnen Gestalten sind dann grau- und braunwolkig, dichter und undurchsichtiger als die umgebende Gesteinsmasse, freilich kann man so nicht ihre innere Struktur und Zusammensetzung erkennen. Bei genügender Dünne ergiebt sich in den meisten Fällen feinschuppiger Sericit als einziger Bestandteil. Nur da, wo eine mandelartige Verdickung eintritt, besteht das Innere aus einem Quarzaggregat, häufig von zierlichen grünen Chloritrosetten begleitet, beide von sekundärem Aussehen.

Man hat die eigentümlichen Gestalten verschieden gedeutet, als Scherben von Glaslap von denen aber hier nur die mit sekundären Mineralien erfüllten Räume vorliegen würden, ferner als Durchschnitte von Versteinerungen und endlich als hervorgebracht durch ein „eigentümliches, launiges Vordringen der Umwandlungsprozesse auf Flächen geringsten Widerstandes, wohl Quetsch- und Gleit-

1) O. MÜGGE, Untersuchungen über die „Lenneporphyre" in Westfalen und den angrenzenden Gebieten. N. J. f. M., B. B. VIII, 1893, 648ff., Taf. 24—27. Siehe auch ROSENBUSCH, Mikr. Physiographie II, 1896, Taf. III, Fig. 3, 4.

flächen im Gestein" (Migrationsstruktur).[1]) Bei unserem Gestein dürfte wohl die erste Erklärung anzunehmen sein.

Die zwischen diesen Gebilden befindliche Gesteinsmasse besteht, wie nur bei + Nic. festgestellt werden kann, aus sehr kleinen rundlichen, buchtigen und länglichen Körnern. Gröbere Stellen lassen neben Quarz deutlich Feldspath erkennen. Feiner ferritischer Staub verdunkelt kaum das Bild.

Grössere Orthoklase und gestreifte Plagioklase sowie Quarze haben nur selten noch Krystallform bewahrt, meist sind es Splitter. Seltener treten Glimmerblättchen auf, die grün geworden, ausgebleicht, mit Erz- und Eisenrosteinlagerung parallel oP versehen oder ganz in Eisenrostskelette verwandelt sind. Titanit-, Erzkörner, Chloritfetzen, Calcitschuppen, Zirkonkryställchen liegen regellos verstreut.

Zu den **Tuffen** gehört wahrscheinlich ein recht merkwürdig aussehendes Gestein vom Fusse des Cerro Pacandé (No. 280), welches dort in zahlreichen losen Blöcken umherliegt. Es ist dicht, hart, ohne Einsprenglinge, die eine Hälfte des Handstückes gelblich, die andere dunkelviolett gefärbt. Die Grenze zwischen beiden Massen ist nicht scharf und gerade, sie greifen ineinander über, namentlich findet sich die dunkelviolette Masse schollenartig mitten in der gelben. Die Zusammensetzung und Mikrostruktur ist bei beiden die gleiche: unregelmässige dickere oder lang ausgezogene Fetzen, linsenförmige, dann ungefähr parallel liegende dunkelwolkige Partien werden von schmalen helleren Adern umzogen. Die dunkleren Brocken erscheinen im polarisierten Licht grauwolkig und haben zuweilen grosse Ähnlichkeit mit kaolinisiertem Feldspath. Die hellere Zwischenmasse löst sich bei gekreuzten Nicols in ein Aggregat feiner, wie Quarz und Feldspath aussehender Körnchen auf. Gröberkörnige Partien zeigen zuweilen recht scharf rechteckige Form gleich denen des Feldspathes. Der einzige Unterschied zwischen den verschieden gefärbten Massen besteht darin, dass die dunklere reichlich schwarze, bei stärkerer Vergrösserung rötlich durchscheinende Hämatitkörnchen, Eisenrostskelette und Flocken enthält. Eine sichere Deutung des Gesteines erscheint unmöglich.

Ähnliche Verlegenheiten bereitet ein ausserordentlich hartes blauviolettes, auf der Höhe Cimarronas (zwischen Pital und La Plata) bei 1900 m anstehendes Gestein (No. 303). Es besitzt mehr blauviolette Grundmasse, in welcher porphyrische bis 4 mm grosse durch Zersetzung mürbe und rote bröckelige Feldspathe (?) ausgeschieden sind. Weisse quarzige, äusserst dichte hornsteinähnliche Adern setzen nicht scharf gegen die Gesteinsmasse ab, sie verlaufen vielmehr allmählich in dieselbe, durchtränken sie. Bei der Betrachtung im Mikroskop gewinnt man den Eindruck, als hätte man die von fluidal angeordneten Erzkörnchen erfüllte mikrofelsitische Grundmasse eines Porphyres vor sich, welcher aber infolge von Zertrümmerung von einem Netz- und Maschenwerk sehr feinkörnigen sekundären Quarzes durchzogen wird. Die erwähnten porphyrischen Feldspäthe (?) kamen nie im Präparat zur Beobachtung, weil sie beim Schleifen herausbrechen.

Tuffbreccie, Blöcke in der Quebrada de Yaco oberhalb Natagaima sehr verbreitet (No. 279). Dunkelgraue harte felsitische splitterig brechende Grundmasse, weisse undeutlich begrenzte Feldspäthe, rote einschlussreiche Partien. U. d. M. bemerkt man in einer von winzigen Epidotkörnchen, grünen Schüppchen und Körnchen überwucherten Grundmasse gleiche Gebilde, wie sie oben bei der Aschenstruktur beschrieben wurden, gerade gestreckte oder gebogene scharfbegrenzte

1) Rosenbusch, Ebend S. 731 und 733.

helle Streifen, die aus reinem feinkörnigem Quarz bestehen. Porphyrisch eingesprengt sind zahlreiche trümmerartig beschaffene Ortho- und Plagioklase, zum Teil mit Zersetzungsprodukten erfüllt, Quarz mit einzelnen globulitisch gekörnelten Glaseinschlüssen, grosse frische ölgrüne Augite, wenig grünbraune Hornblende, vereinzelte runde (mikroskopisch) Kalkspathmandeln, Erzkörner, kleine Apatite, Viriditnester, strahliger Epidot, einschlussartige Partien mit Sphärolithstruktur. Die Brocken-, Splitter- und Fetzenform aller dieser Bestandteile ergiebt, dass das äusserlich einem festen Porphyr gleichende Gestein eine Tuffbreccie darstellt, in welcher sich zerspratztes porphyrisches und porphyritisches Material gemengt hat. Die Gegend, aus der das Gestein stammt, scheint, wie aus den weiteren Ausführungen hervorgeht, reich an Porphyr-, namentlich auch Porphyriteruptionen gewesen zu sein.

Ganz ähnliche, nur unwesentlich abweichende Gesteine wurden als Gerölle im Rio Magdalena am Übergang bei Maitos und im Rio Páez bei Huila gefunden. Dasjenige aus dem Magdalena (No. 288) und eines aus dem Rio Páez (No. 340) sind graugrün, zeigen weisse und grünliche Feldspäthe, blaue und grünschwarze einschlussartige, undeutlich abgegrenzte, bis 20 mm grosse Partien. U. d. M. gewahrt man auch hier in der von Zersetzungsprodukten erfüllten Grundmasse die scherbenartigen Gebilde der Aschenstruktur in geringer Menge, zahlreiche Trümmer von Feldspath, Quarz, Gesteinsbruchstücke wie schwarzen, an winzigen Erzkörnchen reichen Porphyr, einen in Chlorit und Epidot umgewandelten dunklen Gemengteil. Augit fehlt, dafür treten Viriditnester und -schlieren reichlich auf.

Viel hellere, nämlich grünlich weisse Farbe zeigt eine zweite Probe aus dem Rio Páez (No. 341). Blaugraue Schlieren treten in der lichten Masse auf, die porphyrischen Einsprenglinge verschwimmen. Das Gestein ist stark kaolinisiert und gebleicht, die kleinen Feldspathsplitter sind getrübt, farbige Gemengteile wie Erz, Chlorit und Viridit ganz spärlich vorhanden. Merkwürdig erscheint u. d. M. der schroffe Wechsel von gleichmässig aussehenden lichten Porphyrpartien und solchen, die durch dicht gescharte, einem Druckliniennetz ähnelnde Schlieren dunklere Farbe haben.

Eine dritte Probe aus dem Rio Páez (No. 342) enthält in der harten schwarzen Grundmasse verschwommene, 2 mm grosse hellgrüne Feldspäthe und Gesteinsbrocken bis zu 55 mm. Wie das Mikroskop zeigt, hat sich in der sehr feinkörnigen quarzigen Grundmasse grüner und brauner Glimmer in winzigen Schüppchen und Häufchen neugebildet. Porphyrisch ist nur Feldspath vorhanden, den Epidotkörnchen erfüllen. Ein Gesteinseinschluss erwies sich als Porphyrit. In der veränderten Grundmasse desselben erkennt man noch deutlich den fluidalen Filz von Feldspathmikrolithen. Ausserdem ist sie ebenfalls allgemein und gleichmässig von winzigen braunen Glimmerschüppchen erfüllt. Die letzteren scharen sich zu dichten Aggregaten zusammen, welche zuweilen wie Pseudomorphosen nach einem früher vorhandenen Mineral (Hornblende, Augit?) aussehen.

Diorite.

Zu den gleichmässig körnigen und porphyrartigen Dioriten und Quarzdioriten gehören folgende Vorkommnisse:

1. Gerölle im Rio de la Plata unweit von der Stadt.

Diorit (No. 306), dunkelgrün, fast schwarz, feinkörnig.

„ (No. 308), heller grüngrau, feinkörnig, mit 7 mm grossen radialstrahligen Aggregaten von gelbem Epidot.

Diorit (No. 310), **porphyrartig** durch zahlreiche weisse, 8 mm messende Feldspäthe, feinkörnig, dunkelgrau.

Quarzdiorit (No. 309), feinkörnig, in der Farbe zwischen dem ersten und zweiten stehend, mit hellen ellipsoidischen einschlussartigen Partien (7 bis 65 mm), welche glimmerarmem Granit gleichen.

2. **Porphyrartiger Quarzdiorit** (No. 322), vom Wege zwischen La Plata und La Topa. Herrschendes Gestein zwischen Las Cuevas und La Topa. Kleinkörnig, hornblendereich, mit 12 mm breiten glänzenden Hornblenden. In dem Gestein treten Quarz- und Magneteisenerzgänge auf.

3. **Diorit** (No. 332), an der linken Seite des Rio Páez bei Coetando anstehend, hellgrünlichgrau, scheinbar kleinkörnig, u. d. M. porphyrartig.

Diese Gesteine bieten kaum etwas aus dem Rahmen des Gewöhnlichen Heraustretendes. Neben den Hauptgemengteilen: Hornblende, trikliner Feldspath, bei einigen Quarz, scheint Glimmer ganz zu fehlen. Erz ist allenthalben in geringer Menge vorhanden, ebenso Apatit; Titaneisen und Titanit stellen sich nur in dem Diorit von La Topa in auffälligerer Weise ein. Es schliessen sich daran sofort die sekundären Mineralien: Chlorit, Epidot, Calcit, grüne Hornblendenadeln.

In allen genannten Dioriten ist der Feldspath der automorphe Gemengteil, er bildet längere und kürzere, divergentstrahlig gestellte Säulen. Bei frischer Beschaffenheit zeigt er feine Verzwillingung nach dem Albit-, oder Albit- und Periklingesetz. Häufig ist er jedoch der Zersetzung anheimgefallen, von Glimmerflitterchen, am häufigsten von Epidotkörnchen erfüllt, welche schliesslich den ganzen Krystall einnehmen und vollständige Pseudomorphosen noch Feldspath bilden. Als derartig durch Epidot ersetzte Feldspäthe haben wir wahrscheinlich auch jene oben erwähnten, erbsengrossen, radialstrahligen Aggregate des Diorites aus dem Rio de la Plata anzusehen. Das sekundäre Mineral ist stark pleochroitisch, fast farblos — tief gelb; in schmalen aneinander gereihten Stengeln bildet es prachtvoll polarisierende Sonnen und schweifähnliche Gebilde.

Am frischesten ist die Hornblende in dem Diorit von La Topa erhalten, sonst unterliegt auch sie mehr oder weniger der Zersetzung. Chlorit, Magneteisen und Epidot gehen allgemein aus ihr hervor, sind noch an die Stelle des Mutterminerals gebunden oder haben sich nebst neugebildeten hellgrünen Amphibolnadeln anderswo im Gestein angesiedelt. Braun, oder wie im Diorit von La Topa grün, kann als die ursprüngliche Farbe der Hornblende angesehen werden. Ein lebhaftes Rostrot, wie es in Gesteinen aus dem Rio de la Plata an ihr beobachtet wird, dürfte eine Folge der Zersetzung sein. An den Querschnitten namentlich der kleineren Krystalle bemerkt man die übliche Begrenzung durch Prisma und Orthopinakoid, seltener auch Klinopinakoid. Zwillinge treten häufig auf.

Die schwarzen Erzkörner gehören zum grossen Teil dem Titaneisen oder titaneisenhaltigem Magneteisen an, denn häufig zeigen sie einen hellen klaren Titanitrand oder streifenweise Durchsetzung mit dem gleichen Mineral, besonders in dem Diorit von La Topa. Titanit tritt hier auch selbständig auf.

Grünsteinähnliche Dioritporphyrite.

Dioritporphyrit, Blöcke in der Quebrada de Yaco oberhalb Natagaima (No. 278). Das Gestein ähnelt sehr dem im vorigen Abschnitt (S. 69) beschriebenen Porphyrit aus dem Rio Combeima bei Ibagué, nur ist es etwas heller. In der grünlich grauen Grundmasse bemerkt man zahl-

reiche nur 1 mm, ausnahmsweise 3 mm messende weisse und gelbliche Feldspäthe. Auch die Hornblende mit den gleichen Grössenverhältnissen tritt mehr hervor.

Quarz-Dioritporphyrit, Geröll im Rio Coello (No. 271). Hellgrünlichgraue Grundmasse. Am meisten treten unter den porphyrischen Ausscheidungen teils trübe teils frische, mit blitzenden Zwillingsnähten versehene, 9 mm grosse weisse Feldspäthe hervor. Die bis 6 mm messenden schwarzen Hornblenden verschwinden mehr. 3 mm grosse rundliche, rauchgraue, fettglänzende Quarze tauchen bei genauerem Zusehen reichlicher auf, als man anfangs glaubt.

Dioritporphyrit, loser Block von Pueblito (No. 333). Grobporphyrisch, dem vorigen ähnlich. Hellgrünlichgraue Grundmasse, zahlreiche bis 10 mm und mehr messende dicksäulenförmige Hornblenden, porphyrischer Feldspath zurücktretend.

Dioritporphyrit, Blöcke in der Quebrada Sombrerillos (No. 296). Dunkelgrau. An erster Stelle treten hier dicke kurze und schlankere Säulen von Hornblende hervor. Die Feldspäthe sind nur klein und fallen wenig auf.

Dioritischer Labradorporphyrit (No. 290), Geröll a. d. Rio Magdalena am Übergang von Maitos südlich von Pital. In der grüngrauen dichten Grundmasse liegen dünntafelförmige, 6—9 mm hohe und 1 mm dicke Feldspäthe einander nahezu parallel; auf dem Bruch des Handstückes treten ihre schmal rechteckigen glänzenden Durchschnitte in schöner gleichsinniger Anordnung hervor. Der dunkle Gemengteil ist nur in wenigen kleinen Körnchen sichtbar. Das Getsein ähnelt ausserordentlich einem in der Stübelschen Sammlung vorhandenen von der Sandebene bei Chancay in Peru.

Quarz-Dioritporphyrit (No. 289), von demselben Orte. Dunkelgrün, hart, splitterig brechend, mit unscharf begrenzten, wenig hervortretenden grünlichen Feldspäthen. Dunkler Gemengteil nicht sichtbar wegen der gleichen Gesteinsfarbe.

Die grünsteinähnlichen Dioritporphyrite unterscheiden sich von den Dioriten und deren porphyrartigen Ausbildungen nur durch den ausgesprochenen Gegensatz zwischen dichter, makroskopisch nicht zu bestimmender Grundmasse und den porphyrischen Einsprenglingen. Im übrigen wiederholen sich dieselben Verhältnisse. Die Grundmasse ist allenthalben vollkrystallin und besteht aus lang- oder kurzsäulenförmigen Feldspäthen, welche meist getrübt sind. Ihm gesellt sich braune und grüne Hornblende in wechselnder Menge zu, so dass sie mit wenigen Körnchen und Kryställchen teilnimmt oder als gleichwertiger Gemengteil der Grundmasse auftritt. Quarz findet sich reichlicher in den mit ihm bezeichneten Gesteinen.

Die porphyrischen Feldspäthe zeigen in frischem Zustand feine Zwillingsstreifung in einer Richtung oder in zwei aufeinander senkrechten. Durch Trübung verlieren sie allzu oft die Durchsichtigkeit. Fremde Mineralien siedeln sich in ihnen an, darunter am häufigsten Epidot, welcher die Feldspathsubstanz schrittweise verdrängt. Nach Messungen der Auslöschungsschiefe symmetrisch zur Zwillingsnaht gehört er Mischungen der Albit- und Anorthitsubstanz vom Oligoklas bis zum Labradorit an. Von zwei Porphyriten wurden die porphyrischen Feldspäthe genauer untersucht.

Bei dem Porphyrit aus dem Rio Magdalena am Übergang von Maitos konnte, wenn nicht das einzige kleine Handstück empfindlich geschädigt werden sollte, nur eine Gewichtsbestimmung mit einigen Körnchen vorgenommen werden. Sie fielen in der Thouletschen Lösung bei dem Gewicht von 2,705, was etwa der Mischung Ab : An = 3 : 4 entsprechen würde. Damit stimmen die gemessenen höchsten Auslöschungsschiefen, welche 20° kaum überschreiten, überein. Die mikrochemische Reaktion ergab reichlichen Gehalt an Ca.

Vom Feldspath des Porphyrites aus dem Rio Coello konnte eine Analyse ausgeführt werden. Sie zeigte an möglichst reinem Material:

SiO^2	60,25
Al^2O^3	24,38
Fe^2O^3	0,98
CaO	6,13
MgO	1,07
Na^2O	6,22
K^2O	0,94
Glühverl.	1,05
	101,02

Bei reiner Substanz würde man einen auf der Grenze zwischen Oligoklas und Andesin stehenden Kalknatronfeldspath herausrechnen können. Indessen erblickt man im Mikroskop selten von Epidot, Chlorit und anderen Zersetzungsprodukten freie porphyrische Krystalle.

Die Hornblende kann braun oder grün, kompakt oder mehr faserig sein, letzteres im Gestein a. d. Magdalena beim Übergang von Maitos und aus dem Combeima bei Ibagué. Sonst wiederholen sich die bei den Dioriten geschilderten Verhältnisse. Je mehr sie zersetzt ist, desto reichlicher stellen sich hellgrüne Nadeln sekundären Amphiboles ein. Namentlich die Porphyrite mit faseriger Hornblende beherbergen solche am meisten. Sie dringt dann selbst bis in die Feldspäthe, wird hier auf Spaltrissen angetroffen. Der Gehalt an Erz ist nirgends bedeutend. Schöne, von Leukoxenlamellen durchbrochene und von Titanitsaum umgebene Titaneisenkörner enthält der Porphyrit a. d. Quebrada de Yaco und a. d. Magdalena am Übergang von Maitos.

Von dem porphyrischen Quarz im Porphyrit aus dem Rio Coello bleibt nur zu erwähnen, dass seine Substanz recht rein, dass er weniger von Zügen, mehr von einzelnen grösseren mit Libelle versehenen Flüssigkeitseinschlüssen eingenommen ist.

Camptonit (No. 297). Überhaupt das einzige Vorkommnis dieses dichten schwarzen, basaltähnlichen Hornblendeporphyrites ist an den im Rio Sombrerillos anstehenden Augitsyenit gebunden. Er tritt in letzterem gangförmig auf. Die mikroskopisch sehr feinkörnige Grundmasse besteht aus winzigen dichtgedrängten scharfen Feldspathleisten und grünbraunen Hornblendesäulen, welche beide parallel nach einer Richtung liegen, und massenhaften, gleichmässig ausgestreuten Erzkörnchen. Ob Glas zugegen ist, kann nicht festgestellt werden. Nur wenige grössere Amphibole und Feldspäthe treten mikroporphyrisch hervor.

Porphyrähnliche Porphyrite.

Porphyrit, Geröll a. d. Rio Páez bei Huila (No. 343). Ähnlich den Deckenporphyriten mancher Gegenden, z. B. denen von Potschappel-Wilsdruff bei Dresden. In einer dunkelviolettgrauen dichten Grundmasse sind nicht zahlreiche, 2 bis 4 mm grosse weisse Feldspäthe eingelagert.

Porphyrit, Geröll a. d. Rio de la Plata unweit von der Stadt (No. 313). Dem vorigen ähnlich, dunkelviolette harte splitterigbrechende Grundmasse. Porphyrisch zerstreute, bis 7 mm grosse gelbliche Feldspäthe. Dunkler Gemengteil bei beiden nicht bemerkbar.

Das Mikroskop giebt über die ehemalige Zusammensetzung dieser beiden Gesteine wenig Aufschluss, da sie stark zersetzt sind. Die Grundmasse, welche wohl aus Feldspathleisten, vielleicht Körnern eines dunklen Gemengteiles und Erz bestand, ist dicht von brauner ferritischer Substanz erfüllt. Bei stärkerer Vergrösserung werden viele der dunklen Körnchen braundurchscheinend und sind Hämatit.

Lebhafter polarisierende Körnerchen haben das Ansehen von neugebildetem Quarz. Auch der porphyrische Feldspath entzieht sich wegen braunwolkiger starker Trübung weiterer Beurteilung. Vom dunklen Gemengteil sind zuweilen nur die Umrisse in Form von Erzrändern vorhanden, sie deuten auf Hornblende. Das Innere erfüllt Chlorit, Epidot und neugebildeter Quarz.

Ein **Porphyrit** (No. 337), als Block auf der Schutthalde, welche die Unterlage des Dorfes Huila bildet, gefunden, gehört nebst zahlreichen weiter südlich gelegenen gleichen Vorkommnissen einem ganz anderen und merkwürdigen Typus an als die eben erwähnten. Er soll mit jenen später beschrieben werden.

Diabasporphyrite.

Diabasischer Labradorporphyrit, dem Porfido verde antico gleichend. Block in der Quebrada de Yaco oberhalb Natagaima (No. 272/3, 275, 277), Geröll in der Quebrada bei El Hobo (No. 284/5). Das Gestein ist in Blöcken durch das ganze Magdalenathal von Natagaima bis über El Hobo hinaus verbreitet und soll auch am Rio Saldaña anstehen.

Dunkelgraugrüne dichte Grundmasse mit zahlreichen langleisten- und dicker säulenförmigen bis 2 cm, meist etwa 1 cm grossen, scharf begrenzten hellgrünen trüben Feldspäthen. Ein dunkler Gemengteil ist nur in kleinen schwarzen, höchstens 3 mm ausnahmsweise 7 mm grossen Körnern schwer bemerkbar, meist rötlich zersetzt. Vereinzelt treten 2 mm messende gebleichte Glimmerblättchen auf. Zerstreute langellipsoidische Mandeln, welche aus Calcit und Quarz bestehen, weiss und bläulich gefärbt sind, erreichen eine Länge von 15 mm. Durch Zersetzung nimmt das Gestein eine rötliche, braunrote, dunkelviolette, schliesslich schmutzig dunkelbraune Farbe an. So gefärbte Handstücke liegen von beiden genannten Örtlichkeiten vor.

Ähnliche Farbenveränderung erleidet der Feldspath, er wird rot durch Eisenabsatz auf den Sprüngen, ohne dass zunächst seine Substanz betroffen ist. Weiterhin trübt er sich, nimmt eine eigentümlich leberbraune Farbe an wie in dem Gestein aus der Quebrada El Hobo, oder eine ziegelrote, dunkelbraune, der Grundmasse ganz gleiche Farbe und kann dann kaum noch von letzterer unterschieden werden (Quebrada de Yaco).

Alle die genannten, äusserlich so verschiedenen Gesteine zeigen u. d. M. eine basisfreie, aus Feldspath, Augit und Erz bestehende Grundmasse. Der Feldspath bildet im Durchschnitt mehr kurz rechteckige Gestalten, ist stark braun getrübt und annähernd divergentstrahlig angeordnet. Augit kann nur in den frischeren grünen Varietäten unversehrt angetroffen werden in rundlichen blassgelben, der Krystallformen entbehrenden Körnern. Die Erzkörner umgiebt häufig ein Titanitrand. Chloritfetzen, Häufchen winziger Epidotkörnchen und lange grünlich schimmernde Hornblendenadeln sind Neubildungen.

An den porphyrischen Feldspäthen kommt infolge Trübung und Zersetzung die Zwillingsstreifung bei gekreuzten Nicols nur noch undeutlich zur Erscheinung. Farblose, lebhaft

polarisierende Glimmerflitterchen erfüllen ihn, auf Rissen hat sich grüne viriditische Substanz angesiedelt.

Die grösseren Krystalle des dunklen Gemengteiles sind selbst in den frischeren Gesteinen fast vollständig der Zersetzung unterlegen. Nur ganz vereinzelte achteckige Querschnitte von Augit waren nach längerem Suchen aufzufinden. Sonst bemerkt man noch die durch Brauneisenerz angedeuteten Umrisse, welche Chlorit, Calcit und Eisenrost umschliessen. In den rot- und violettgefärbten Porphyriten ist auch der Grundmassenaugit grösstenteils oder ganz zersetzt, seine Körner werden durch Erzflocken noch angezeigt. Die ganze Gesteinsmasse durchtränkt Eisenrost, alle Gemengteile sind davon überzogen.

Die Mandeln werden randlich von Calcit ausgekleidet, das Innere erfüllt ein grobkörniges Quarzaggregat und sphärolithischer Chalcedon.

Beobachtungen, welche über das Alter dieses Porphyrites wie auch der übrigen Aufschluss geben könnten, liegen nicht vor.

Klautzsch[1]) erwähnt aus der Quebrada Cachiyacu in Ecuador einen Pyroxenandesit, welcher makroskopisch sehr dem Porfido verde antico gleicht, und Stelzner[2]) beschreibt aus Argentinien Andesite, welche „lebhaft an manche sogenannte Labradorporphyrite erinnern".

Es muss hier ausdrücklich hervorgehoben werden, dass im Gegensatz zu diesen Andesiten die oben beschriebenen Porphyrite durchaus die Eigenschaften älterer Eruptivgesteine besitzen, dass sie ausserdem zum Unterschied von später zu erwähnenden porphyritischen und propylitischen Gesteinen nicht im entferntesten an Andesite oder Übergangsgesteine zu diesen erinnern.

Porphyrit (No. 316), am Weg zwischen La Plata nueva und La Plata vieja anstehend. Dunkelgrün, dicht, hart, ohne makroskopische Ausscheidungen, von rostigen Klüften, welche das Gestein in eckige Stücke zerfallen lässt, und weiter von feinen gelben Epidotadern durchzogen.

Die Grundmasse stellt einen Filz schlanker, dicht gedrängter Feldspathleisten dar, ausserdem ist sie von massenhaften schwarzen Erzkörnern und winzigen Körnchen von Epidot erfüllt. Einzelne kleine (mikroskopisch) porphyrische Feldspäthe sind erhalten. Vielleicht hat man in Quarz-Epidotaggregaten mit unregelmässigen Umrissen Pseudomorphosen nach Feldspath zu erblicken. Vom dunklen Gemengteil ist keine Spur mehr vorhanden.

Das beschriebene Aussehen, die Durchtrümmerung des Gesteines berechtigen zu der Annahme, dass die weitgehende Veränderung im Mineralbestand auf die Wirkung von Druck zurückzuführen ist.

Ähnliche Verhältnisse kehren an einem leukophyrähnlichen, harten, splitterig brechenden, hellgrünlich grauen Gestein aus dem Rio Páez bei Huila wieder. Die Grundmasse stimmt mit der des vorigen Gesteines überein, enthält aber weniger Erz. Dagegen sind die porphyrischen Feldspäthe zahlreicher vorhanden. An ihnen kann man die allmähliche Umwandlung in Epidot ausgezeichnet verfolgen. Der letztere siedelt sich hier mit Vorliebe auf Spaltrissen und Zwillingsnähten an, durchzieht in rechtwinkligem Netzwerk den Feldspath, nimmt weitere Gebiete in Anspruch, bis er schliesslich im Verein mit Quarz den Raum des ursprünglichen Minerales zuweilen unter guter Erhaltung der

---

1) Reiss und Stübel, Das Hochgebirge der Republik Ecuador, I. 1892—1898, 216.

2) A. Stelzner, Beiträge zur Geologie und Paläontologie der argentinischen Republik 1885, 152.

ehemaligen Gestalt ganz erfüllt. Vom dunklen Gemengteil ist keine Spur übrig, Chlorit und Epidot gingen aus ihm hervor.

An dieser Stelle möge ein durch Gebirgsdruck stark verändertes unbestimmbares Gestein (No. 345) angefügt werden, welches am höchsten Teil des Passes von Moras (3750 m) ansteht und als ein Glied der Glimmerschieferformation, „die den ganzen Páramo de Moras bildet", bezeichnet wird. Es ist grüngrau, dicht, hart, von Druckklüften durchzogen und zerfällt beim Anschlagen in kantige Stücke. U. d. M. erblickt man brockenähnliche, dunkelgraue wolkige Partien, welche durch breite helle Massen verbunden sind. Die letzteren bestehen aus einem (mikroskopisch) feinkörnigen, mit sehr viel farblosen Glimmerschuppen und -leisten gemengten Quarzaggregat. Darin treten namentlich zwischen + Nic. ganz unregelmässige, hier dichter dort ganz vereinzelt verteilte klare rundliche grössere Quarze und einfach verzwillingte Feldspathkörner porphyrisch auf.

Krystalline Kalke und Granatgesteine.

Aus einer herabgestürzten Felsmasse am Rio Coello oberhalb der Mündung des Rio Combeima stammen folgende Mineralien und Gesteine:

Krystalliner Kalk (No. 220), hellblaugrau, sehr feinkörnig.

Kalkspath (No. 218/9) in radialstrahligen Gruppen langer weisser Krystallnadeln.

Granatfels (No. 215) gelbgrün, feinkörnig, aus meist 2 mm grossen hellgrünen glänzenden Körnern von Granat bestehend; vereinzelt feinblättriger Eisenglanz eingesprengt.

Eine qualitative Analyse des krystallinen **Kalkes** ergab neben dem Hauptbestandteil Kalk nur wenig Magnesia und Eisen. Der geringe unlösliche Rückstand besteht vorwiegend aus Quarz, wenig Epidot, Apatit- und anderen Mikrolithen, schwarzen Erzkörnern, Glimmerflitterchen und anderen schwer bestimmbaren Mineralien. U. d. M. ist das Gestein gleichmässig körnig, die Calcitkörner enthalten verhältnismässig häufig Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglicher Libelle. Die obengenannten Beimengungen sind ausser dem Quarz schwer zu erkennen.

Der **Granatfels** enthält mikroskopisch ausser Granat noch reichlich Epidot, Calcit und Quarz. Man kann sagen, das Gestein ist mit etwas vorherrschendem Granat ziemlich gleichmässig aus den genannten Mineralien gemengt. Der Epidot zeigt schöne kräftiggelbe Farbe, Pleochroismus, bildet unregelmässige Körner, sehr häufig auch wohlbegrenzte Säulen. Vom Calcit ist nur die Zwillingsstreifung bemerkenswert, er vereinigt sich mit dem Quarz zu einem mikroskopisch grobkörnigen Aggregat.

Der Granat wird mit blass gelblicher Farbe durchsichtig, von Calcit und Epidot ist er meist um- und durchwachsen. Seine Durchschnitte haben zum grossen Teil unregelmässige verkrüppelte Form, während die kleinere Zahl derselben krystallographische Umgrenzung aufweist. Aber alle Durchschnitte zeigen zwischen + Nic. Doppelbrechung, deren Beobachtung freilich durch die angegebenen Verhältnisse wenig begünstigt wird. Soweit krystallographische, meist sechsseitige Durchschnittsform und regelmässige Felderteilung zwischen + Nic. vorlagen, konnte der Dodekaëdertypus festgestellt werden entsprechend den von Klein[1]) gegebenen Figuren 5, 11 und 12 auf Taf. VII.

1) Optische Studien am Granat. N. J. f. M. 1883, I, 87—163 Taf. VII—IX.

Zonenstruktur fehlt zum Unterschied von den folgenden Granatgesteinen hier ganz. Nach qualitativen Bestimmungen ist der Granat ein Kalkeisengranat.

Granatfels, Begleiter von Zink- und Kupfererzen aus der Mina del Sapo am Rio Luisa zwischen Payandé und Valle. Die eine der Proben (No. 216) ist kleinkörnig und aus mehreren Mineralien gemengt. Vorzuwiegen scheint gelbbrauner Granat in etwa 2, höchstens 3 mm grossen Körnern; dazwischen geklemmt findet sich ein mehr rötlich gelbes Mineral, und erdiger Malachit ist anflugartig über das ganze Stück verteilt. An manchen Stellen treten schmale schwarze Erzschnüre auf.

Die zweite Probe (No. 217) scheint vorherrschend aus Granat zu bestehen; sie ist gröber und zeigt den braunen undurchsichtigen Granat in leidlich ausgebildeten, bis 8 mm grossen verbackenen Krystallen (∞0).

Das Mikroskop lässt im ersten Handstück ausser dem Granat noch Zinkblende, Magneteisen, Augit, Calcit und Malachit erkennen. Die Zinkblende ist nur an manchen Stellen, aber dann reichlich vorhanden. Sie wird mit braungelber Farbe durchsichtig, erscheint vollkommen rein und ist von scharfen spitzwinkligen Risssystemen durchsetzt. Krystallumrisse fehlen, dagegen umgeben sie häufig wellig gebogene Zersetzungsrinden, welche aus einem inneren hellen und einem äusseren braunen erdigen Teil bestehen. Calcit tritt zum Unterschied vom vorigen Gestein nur Spältchen ausfüllend auf. Augit, hellgrün bis farblos, mit einer Auslöschung bis zu 38°, ist meist in unregelmässigen Körnern und gelappten Partien im Granat und in der Zinkblende eingewachsen. Malachit füllt deutlich sekundäre rundliche Hohlräume aus.

Von dem im Schliff fast farblos werdenden Granat erblickt man hier nie vollständige Krystalldurchschnitte, sondern nur Teile, Ecken. Selten bleibt einer derselben zwischen + Nic. beim Drehen dunkel, selten auch umgiebt einen breiten einfachbrechenden Kern ein anisotroper Saum. Meist ist eine ausgezeichnete Zonenstruktur über den ganzen Schnitt entwickelt, indem äusserst feine einfach- und doppelbrechende Streifen miteinander wechseln. Dabei endigen in den Ecken der Durchschnitte Grenzlinien verschieden auslöschender Felder. Auch ganz unregelmässig streifige und fleckige Querschnitte sind vorhanden.

Die zweite Probe weicht nur insofern von der ersten ab, als die dort genannten Mineralien an Grösse hinter den Granat zurücktreten. Letzterer hat genau die gleichen Eigenschaften, wie oben beschrieben. Chemisch ist der Granat hier Kalkthongranat.

Kalkgranathornfels (No. 324), lose Blöcke in einer Quebrada bei La Topa. Hellblaugrau, dicht, hart, mit Säure brausend; porphyrisch eingesprengt erbsengrosse grünlichgraue, im Innern zuweilen rötlich gefärbte scharfe Rhombendodekaëder von Granat. Eine Analyse ergab für denselben folgende Zusammensetzung:

SiO^2	40,03
Al^2O^3	21,14
Fe^2O^3	2,37
CaO	34,46
MgO	2,03
Glühverl.	0,53
	100,56.

Danach ist derselbe ein echter Kalkthongranat, der in seiner chemischen Zusammensetzung etwa mit dem Grossular von WILUI[1]) verglichen werden kann. Die mikroskopisch festzustellende Durchwachsung mit einem farblosen malakolithähnlichen Augit verursacht den verhältnismässig hohen Gehalt an MgO, ausserdem müssten für den reinen Granat die Zahlen für SiO^2 etwas kleiner, für CaO grösser sein. Der Grad der Verunreinigung entzieht sich der Beurteilung. Die mikroskopische Untersuchung des Gesteines zeigte, dass neben den gut krystallisierten grösseren Granaten eine viel beträchtlichere Zahl ebenfalls grösserer Körner dieses Minerales vorhanden sind, welche aber gewissermassen in ihrer Ausbildung unfertig blieben. Sie entbehren der Krystallumrisse, überhaupt einer scharfen Umgrenzung, werden von wolkigen Substanzen eingehüllt und sind am meisten von anderen Mineralien durchwachsen. Alle grösseren Granaten lassen die bereits oben erwähnten optischen Anomalien erkennen, am wenigsten gut die zuletzt erwähnte Ausbildung, bei welcher die regelmässige Felderteilung durch farblose, mit parallelen Spaltrissen versehene, die Auslöschung des Augites zeigende fetzenartige Körner gestört wird. Hier erblickt man meist nur ein verschwommenes streifiges Polarisieren. Der reinste Durchschnitt wurde auf Taf. V, Fig. 1 dargestellt. Er zeigt nach der Dreiecksform einen zu O ungefähr parallelen Schnitt, welcher bei + Nic. in drei Felder zerlegt wird, deren Auslöschung parallel und senkrecht zur Basis der Teildreiecke erfolgt. Es ist also ein Zwilling nach dem Dodekaëdertypus.

Die Gesteinsmasse, in welcher die Granaten liegen, ist ein unregelmässiges, ja wirres Gemenge von kleinen Granatkörnern, Fetzen, Körnern und skelettartigen Partien von Augit und Büscheln fibrolithartiger (?) Nadeln.

Mineralhaltiger krystalliner Kalk (No. 320), Fundort unbekannt, wahrscheinlich wie der Kalkgranathornfels aus dem Rio Páez bei La Topa stammend. Das Handstück zeigt grobspätigen Kalk in Berührung mit derbem hellrotem Quarz-Augit-Granatfels. Der Kalk enthält grüne und hellrote Körner, welche selten die Grösse eines Millimeters überschreiten. Dieselben haben meistens eine abgerundete, wie abgeschmolzen aussehende Form. U. d. M. ergeben sie sich als monokliner Augit und Granat. Der Calcit zeigt Zwillingsstreifung, häufig mit gebogenen Lamellen. Der Granat wird hell rötlichgelb durchsichtig und ist durchgehends einfach brechend. An ihm bemerkt man zuweilen eine am Granat ungewöhnliche Erscheinung, ein verhältnismässig gutes, fast rechtwinkliges Spaltrissnetz. Die Auslöschung des hellgrünen malakolithartigen Augites wurde bis zu 40° gemessen. An ihm sind Flüssigkeitseinschlüsse mit kleiner, wenig beweglicher, andererseits mit sehr grosser, fast den ganzen Hohlraum ausfüllender Blase bemerkenswert. Krystallflächen treten am Granat und Augit selten auf, meist bilden schön gebogene Linien die Grenzen der Durchschnitte.

Sedimentgesteine der Kreideformation (?).

Kieselschiefer (Lydit) (No. 325), vom Cerro de San Francisco; im Thal von Inza (Rio Hullucos, westliches Seitenthal des Rio Páez) sehr verbreitet, bei Viborá von Andesittuffen überlagert. Schwarz, hart, lyditartig, von zahlreichen weissen Äderchen durchzogen. U. d. M. zwischen + Nic. erkennt man eine aus winzigsten Quarzkörnchen bestehende Masse, welche durch pulverige Kohle die dunkle Farbe erhält. Helle, ziemlich regelmässig rund begrenzte Unterbrechungen bestehen

1) C. HINTZE, Handbuch der Mineralogie II, 61.

aus Kalkspath mit dem gleichen Quarzuntergrund; sie stellen schlecht erhaltene Foraminiferen dar. Nach längerem Suchen gelang es auch Reste der Kammerung zu finden. Das Gestein gleicht also darin dem Kieselschiefer aus den Schlammvulkanen von Turbaco (S. 29), nur rührt bei letzterem die dunkle Farbe von braunen (mikr.) bituminösen Substanzen her, während hier schwarze pulverige Kohle das Färbemittel darstellt.

Ob unsere Kieselschiefer wie die von A. Renard [1]) beschriebenen des belgischen Kohlenkalkes, welche gleichfalls Foraminiferen enthalten, silificierte Kalke darstellen, kann an der Hand des Materiales nicht entschieden werden. Irgend welche Anhaltspunkte dafür sind nicht vorhanden.

Gelber Thonschiefer (No. 304), auf der Höhe Cimarronas am Abstieg nach La Plata anstehend. In papierdünne Blättchen zerlegbar. Mikroskopisch gleicht er dem auf S. 64 erwähnten Schiefer von Sesquilé, enthält nur weniger Mineralsplitter als dieser. Bei der Betrachtung mit stärkerer Vergrösserung fallen Häufchen von winzigen gelblichen Körnchen auf.

Kohlenstoffreicher Kalkschiefer (No. 295), Südwestseite des Cerro Pelado. Grauschwarz, dünnschiefrig, zerreiblich. Ein bituminöser Geruch entwickelt sich beim blossen Reiben und Ritzen nicht, nur wenig beim Zerreiben in der Schale, stärker beim Glühen im Kölbchen, das Gestein ist also nur schwach bituminös. Mit Säure tritt starkes Brausen ein. Der unlösliche Rückstand besteht aus Kohleflocken und Thonklümpchen, während Mineralsplitter fehlen. Das dunkel schwarzgraue Gesteinspulver wird durch Glühen hellgrau bis grauweiss. Im Schliff bemerkt man u. d. M. nur Kalk und die dunkle Kohlen- und Bitumensubstanz. Der Kalk ist zum grössten Teil an Foraminiferen gebunden, von denen das Präparat strotzt.

Kalkschiefer (No. 305), unterhalb der Höhe von Cimarronas am Abstieg nach La Plata anstehend. Blaugrau, dünnschiefrig, fest. Bitumen konnte nicht festgestellt werden, ebenso wenig Eisen in der salzsauren Lösung. Das mikroskopische Bild gleicht mehr dem eines mit pulveriger Kohle erfüllten Thonschiefers. Die Kalkkörner sind sehr klein. Die Foraminiferen zeigen schlechten Erhaltungszustand.

Pyritreicher schwarzer Kalk von Timaná und La Plata (No. 319). Zum Unterschied von den vorigen Gesteinen erscheint das mikroskopische Bild hell, weil der Kalk vorwiegt in Form runder Körner und die dunkle Farbe durch einzelne verstreute Kryställchen und Körner von Pyrit hervorgebracht wird. Foraminiferen zeigen nur selten noch Kammerung und deutliche Struktur.

Sandsteine (No. 205—207), stehen in der Quebrada Gualandai zwischen Ibagué und dem Rio Coello an, deutlich geschichtet; in den Gebirgen zwischen dem Rio Coello und Guataquí vielfach von den Thälern angeschnitten. Drei Proben sind gleichmässig feinkörnig, eine ist konglomeratartig durch zahlreiche, bis 7 mm grosse Gerölle von Quarz, braunem Hornstein, wetzschiefer- und kieselschieferartigen harten Gesteinen. Sehr verschieden sind die Farben, schmutzig gelbgrau mit zahlreichen schwarzen Körnchen, dann weiss mit gelben Lagen, endlich grob buntfleckig, nämlich violett, rotbraun und weiss. In allen spielen Eisenverbindungen eine wichtige Rolle; dieselben färben die Zwischensubstanz, überziehen die Mineralkörner und tränken letztere auf den Spalten. In zweien

---

1) Recherches lithologiques sur les plitanites du calcaire carbonifère de Belgique. Bull. acad. r. de Belgique (2) 1878, No. 9 u. 10.

der Gesteine herrscht mehr gleichmässig körnige Struktur, bei der ein feineres Bindemittel zurücktritt, in dem bunten Sandstein ist letzteres reichlich vorhanden. Obwohl Quarz den Hauptteil hat, sind doch in allen Proben zahlreiche Bröckchen von Schiefern beigemengt, welche an dem konglomeratischen Sandstein schon mit blossem Auge erkannt werden können. Dazu kommen noch kohlenstoffreiche und sericitschieferartige Gesteine, von Mineralien Feldspäthe und viel farbloser, oft gestauchter und aufgeblätterter Glimmer, welcher aber in vielen Fällen gebleichter dunkler Glimmer sein dürfte.

Sandstein (No. 302), in deutlichen Schichten auf dem Weg von Timaná nach Naranjal anstehend. Feinkörnig, dunkel bräunlichgrau, hell gesprenkelt.

Sandstein (No. 331), um Coetando sehr verbreitet. Feinkörnig, fest, schmutzig braungelb.

Mehr noch als in den vorigen Sandsteinen sind hier Wetzschieferbröckchen, stark braungetrübter Feldspath, mit Eisenlösung getränkter Glimmer, in dem Gestein von Timaná ausserdem viele chloritisch und viriditisch zersetzte Mineralien beigemengt.

Junge Sedimente mit andesitischem Material.

Gemengter kalkiger Sandstein (No. 281), aus der Quebrada bei Villavieja, bildet den Boden des Magdalenathales zwischen Natagaima und Villavieja. Schmutzig gelblichgrau, reich an dunklen Mineralien, bröckelig. Kalk und eisenreiche braune Massen verbinden hier älteres und junges Gesteinsmaterial. Neben schwarzen Schieferbröckchen, alten Quarzen, getrübten Feldspäthen findet man junge Feldspäthe und Quarze mit Glaseinschlüssen, frische ölgrüne Augite und Andesitbrocken. Zersetzungserscheinungen selbst an den zuletzt genannten Bestandteilen, ferner die Verkittung mit Kalk und Eisenverbindungen scheinen auf eine Entstehung durch Zusammenschwemmung, mindestens auf eine weitgehende Umbildung und Zersetzung des Sedimentes zu deuten im Gegensatz zu der wahrscheinlich subaërischen Bildung des folgenden.

Rein andesitischer Sandstein (No. 318), zu einem lockeren Sandstein verfestigter vulkanischer Sand, steht zwischen La Plata vieja und La Plata nueva im engen Flussthal an. Dunkel schwärzlichgrau, feinkörnig, zu dunklem Sand zerfallend. Im Gegensatz zum vorigen Gestein tritt uns hier nur andesitisches Material und zwar in frischestem Zustand entgegen. Ein einziger Schliff bietet eine wahre Musterkarte von Ausbildungen der Andesitgrundmassen: glasarm und glasreich, farblos, braun und schwarz, mikrolithenreich und mikrolithenarm, einsprenglingsarm und einsprenglingsreich. Vorwiegend sind es Augitandesite mit ölgrünem Augit, weniger Hornblendeandesite mit braunem, vielfach mit dem charakteristischen rostgelben und rostroten Amphibol. Zuweilen erkennt man ganz bestimmte Vorkommnisse, besonders die an braunem Glas reichen, an Augitmikrolithen verhältnismässig armen basaltartigen Andesite, wie solche später von Garcera und aus dem Rio Otun zu erwähnen sein werden. Obwohl es nicht gelang, das Präparat wegen des lockeren Zusammenhanges beim Einlegen unversehrt zu erhalten, konnte doch die vulkanischem Sand eigene runde Kornform einigemal beobachtet werden.

Fester Andesittuff (No. 286), steil geneigte Schichten auf den Bergen, von denen man in die Quebrada de las Vueltas hinabsteigt (im oberen Magdalenathal zwischen El Hobo und Garzon). Sehr feinkörnig, hell gelblichgrau, zuweilen reich an weissen Bimssteinbrocken. Nach der mikroskopischen

Beschaffenheit stellt das Gestein eine verfestigte vulkanische Asche dar. In feinstem staubartigem Andesitmaterial, in welchem man bei genauerer Betrachtung und an einem dünnen Präparat massenhaft jene früher erwähnten (S. 66), farblosen, mannigfach gebogten Glasscherben erblickt, liegen Krystalle und Bruchstücke der Andesitmineralien, Feldspath, grüne Hornblende, reichlich Biotit in kleinen Leisten, Quarzsplitter. Die grösseren Bimssteinbrocken brauchen nicht näher beschrieben zu werden. Ihre Feldspatheinsprenglinge zeichnen sich durch prachtvolle konzentrische Schalenstruktur aus. Grüne und grünbraune Hornblende ist in dicken Säulen und Haufen abgerundeter Körner ausgeschieden.

Dieser Andesittuff bildet einen ausgezeichneten Hinweis auf die Entstehung der Aschenstruktur in älteren Gesteinen wie Porphyrtuffen und Porphyroiden (S. 81).

Die Entfernungen der nächsten Vulkane sind: Tolima über 200 km, Puracé 120 km, Huila 85 km.

Jüngere Eruptivgesteine.

Amphiboldacit, biotitführend (No. 283), Blöcke in der Gegend von Fortalecillas bei Neiva sehr verbreitet. Gelblichbräunlich. Die dichte, harte, glatte, glänzende, mit kleinen Feldspäthen und Quarzen versehene Grundmasse des Gesteines verrät die glasige Beschaffenheit. U. d. M. ist das Grundmassenglas hellbräunlich, heller und dunkler wolkig, mikrolithenfrei. Die für die Dacite charakteristische Splitterform der Einsprenglinge — grüne Hornblende, Plagioklas und Quarz — kann hier gut beobachtet werden; sie wird ebenso wie die vorhandene Biegung der Glimmerlamellen durch Bewegungen im Magma erklärt. Schon makroskopisch erkennbare runde hornsteinartige, wie Einschlüsse aussehende Partien stellen gewissermassen dichteres Glas dar, in welchem die porphyrischen Ausscheidungen fehlen. Dagegen sind sie von kleinen Splittern der letzteren erfüllt (vergl. Küch S. 64) und müssen danach als von Gasströmungen stark „durchgerührte", vielleicht aus der Nachbarschaft aufgenommene Magmatropfen angesehen werden. Radialstrahlig polarisierender wasserklarer Chalcedon füllt in deutlicher Weise ehemals vorhandene Hohlräume aus. Küchs Beobachtungen entsprechend fehlt in diesem glasigen Gestein der kaustische Rand vollständig. (Küch S. 55.)

Biotit-Amphiboldacit, augithaltig (No. 326), bildet mit ausgezeichneter säulenförmiger Absonderung die Kuppe des Cerro de San Francisco und überlagert in grosser Mächtigkeit den Kieselschiefer im Thal von Inza (Rio Hullucos, siehe S. 91). Das Gestein stimmt in allen wesentlichen Eigenschaften mit einem von Küch (S. 100) beschriebenen Dacit aus dem Rio Coello überein: grobporphyrisch, krystallreich, hellgrau (dort dunkler und frischer), rauh, reich an weissen glasigen, bis 6 mm grossen Feldspäthen, fast ebenso grossen Glimmertafeln und Quarzen. Auch mikroskopisch ergiebt sich weitgehende Übereinstimmung, so schon die rostgelbe und -rote Farbe von Hornblende und Glimmer. Reich ist unser Dacit an braunem, mit Interferenzkreuz polarisierendem Chalcedon, an Apatit in recht grossen Krystallen und an Tridymit.

Von demselben Orte wie das vorige Gestein stammt auch ein brockenreicher fester **Andesittuff** (No. 327/8), mit dem gleichen Vorkommen. Derselbe ist hell gefärbt, grau und gelblichgrau, hat tuffartiges zersetztes Aussehen und zeigt in der Hauptmasse kleine Feldspäthe und dunkle Körner. Die eingeschlossenen Andesitbrocken treten am Handstück nicht oder nur undeutlich hervor, ausgezeichnet dagegen, wenn man ein durch Kochen mit Kanadabalsam gefestigtes Stück anschleift.

Dann heben sich weisse, rötliche, dunkle meist runde Brocken scharf ab. Darunter finden sich, wie die mikroskopische Untersuchung ergiebt, viel Andesitbimssteinstücke, ausserdem solche von Sandstein.

Mikrosphärolithischer Dacit (No. 301), von einer alten indianischen Bildsäule in San Agustin. Hellgrau, rauh, mit kleinen Feldspäthen.

Dasselbe (No. 298) steht, rostgelb zersetzt, in der Quebrada de la Mesa unterhalb des Statuenhaines bei San Agustin an. Das Gestein bildet ein ausgezeichnetes Beispiel für die von KÜCH auf S. 67 angeführte Ausbildung der Grundmasse, bei welcher letztere „ganz aus sphärolithischen Bildungen besteht und die äussere Grenze der Bildungen nicht kugelförmig, sondern durch den gegenseitigen Kontakt bedingt und daher ganz unregelmässig ist". Das mikroskopische Bild, (Taf. IV, Fig. 1), welches der von ZIRKEL[1]) gegebenen Darstellung eines Rhyolithes aus Nevada vollkommen entspricht, lässt sich am besten mit der Schraffierung eines wilden gebirgigen Gebietes auf der Landkarte vergleichen. Man erblickt lange Gebirgsrücken an und neben Gebirgsrücken, unterbrochen von runden Bergen und Stöcken, wenn man bei dem gebrauchten Bilde bleibt. In dem zweiten Gestein setzen sich die so entstehenden Linien häufig zu scharf spitzwinkligen, konkavbogigen Figuren zusammen. Die Zahl der mikroporphyrischen Ausscheidungen ist gering. Es treten unverzwillingter und gestreifter Feldspath, Quarz, beide Mineralien sehr rein, und braune schmale Biotitleisten auf, letztere zuweilen gebogen und gestaucht.

Ein **Pyroxenandesit** (No. 307), aus dem Rio de la Plata nicht weit von der gleichnamigen Stadt, entspricht makroskopisch und mikroskopisch vollständig dem von KÜCH (S. 102) aus dem Rio Páez bei Huila beschriebenen. Kompakt, dicht, schwarzgrau, kleinporphyrisch. U. d. M. treten die Grundmassenfeldspäthe infolge ihrer Menge, wegen ihrer regelmässigen und scharfen Leistenform und infolge des Umstandes deutlich hervor, dass zwischen sie ein bei gewöhnlicher Vergrösserung bräunlich erscheinendes, mit winzigen Körnchen erfülltes Glas in schmalen Streifen eingeklemmt ist. Die Betrachtung bei stärkerer Vergrösserung ergiebt, dass die bräunliche Farbe nur durch die Körnchen hervorgerufen wird, das Glas selbst aber farblos ist. Die Augite der Grundmasse zeigen häufig recht gute Säulenform. Die Struktur der nicht allzu erzreichen Grundmasse gleicht derjenigen der unten zu erwähnenden Basalte. Denselben nähert sich unser Gestein auch insofern, als es verhältnismässig wenig porphyrischen Feldspath, zum Unterschied von dem Andesit aus dem Rio Páez keine Hornblende, nur wenige Magnetitpseudomorphosen, endlich in manchen Präparaten wenig Olivin enthält. Während der häufig verzwillingte porphyrische Augit recht rein ist, zeichnet sich der Feldspath durch randliche dichte Kränze von Einlagerungen (Augit- und Erzmikrolithen) aus.

Ungewöhnlich grobporphyrisch ist ein **Amphibol-Proxenandesit** (No. 317) von einem Blockvorkommnis bei La Plata vieja; er soll von dem Gebirge hinter diesem Orte stammen. In einer schwarzen, dichten, kompakten, den vorigen Gesteinen ähnlichen Grundmasse sind zahlreiche weisse, auch rostig gefärbte glasige, bis 14 mm grosse Feldspäthe ausgeschieden. Auch mikroskopisch gleicht das Gestein den vorigen. Die Grundmasse besteht aus vorwiegend leistenförmigen Feldspäthen, (farblosem Glas?), Augit und Erzkörnern. Porphyrisch Plagioklas, Augit, zahlreiche Magnetitpseudomorphosen, häufig mit scharfer Hornblendeform und braunem Amphibolrest. Der beobachtete Olivin beschränkte sich auf ein schwarzumrandetes Augit-Olivinaggregat.

---

1) Micr. Petrography. U. St geol. exploration of the 40th Parallel. Washington, Taf. VI, Fig. 2.

Amphibolandesit, biotitführend (No. 344), steht an den Thalwänden einer Quebrada zwischen Bitonco und Mosoco (2600 m) an. Mikroskopisch ähnelt das Gestein dem von KÜCH auf S. 105 beschriebenen Amphibolandesit vom Peñon de Pitayó insofern, als Augit unter den Einsprenglingen fehlt, die Grundmasse scheinbar vollkrystallin, ziemlich grobkörnig und vorwiegend feldspätiger Natur ist. Während aber dort die Hornblende braun, nur in stark ausgebleichtem Zustand grüne Farbe hat, bemerkt man hier bei ziemlicher Frische des Gesteines durchweg ein ausgesprochenes Grün an ihr. Ausserdem erinnert der charakteristische lockere schmale, aus wenig Erzkörnern dagegen mehr Augit bestehende Saum um dieses Mineral im Verein mit den Eigentümlichkeiten der Grundmasse und der Glasarmut in den Einsprenglingen an die später zu schildernden Porphyrite und Propylite und verleiht dem Gestein bei immer noch deutlichem Andesitcharakter ein propylitisches Gepräge.

Ein eigentümlich veränderter **Pyroxenandesit** (No. 293) wurde als Geröll im Rio Guayabo an der Südwestseite des Cerro Pelado gesammelt. Grauschwarz, pseudokörnig. Das mikroskopische Bild ist am besten gekennzeichnet durch „unordentliches zerstörtes Aussehen". Die klare, helle Grundmasse, in der zahlreiche auffallend runde Augitmikrolithen, Erzkörner und einzelne braune Biotitschuppen eingestreut sind, polarisiert wie ein unregelmässiges feinkörniges Quarzaggregat, gröbere Stellen zeigen eckigkörnigen zweifellosen Quarz. Es ist das wahrscheinlich der „quartz secondaire à l'état globulaire", den ŽUJOVIĆ[1]) aus Andesiten vom Puracé beschreibt. Auch hier macht er durchaus den Eindruck sekundärer Entstehung. Merkwürdig ist dann freilich die Anwesenheit der Augitmikrolithen, welche noch die ursprünglichen zu sein scheinen. Porphyrische Feldspäthe sind nicht vorhanden. Wahrscheinlich stellen grauwolkige, an kleinen Erzkörnern reiche und mit einer grünen schuppigen glimmerähnlichen Substanz untermengte Partien, die zuweilen rechteckige Form haben, Zersetzungspseudomorphosen nach ihnen dar. Unversehrt sind dagegen Augit und Olivin erhalten. Ihre Körner werden von breiten, mit Erzkörnern und den erwähnten Zersetzungsprodukten erfüllten Adern netzförmig durchsetzt und aufgezehrt.

Feldspathbasalt, Stück einer alten indianischen Bildsäule in San Agustin.

Die eine Probe bricht beim Zerschlagen in krummschalige Scherben, besitzt infolge von Zersetzung eine hellere, schmutziggraue bis bräunliche Farbe und melaphyrartiges Aussehen. Sie ist reich an kleinen rostgelb verwitterten Olivinen. Ein zweites Handstück von dunklerer Farbe lässt eine an Basalt häufige, ebenfalls durch Verwitterung erzeugte körnige Struktur erkennen. Das Gestein stimmt in seiner Zusammensetzung vollständig mit dem von KÜCH (S. 105) beschriebenen Basalt von Silvia (Westseite der Cordillere) überein, unterscheidet sich von diesem nur durch das gröbere Korn der Grundmasse und durch das schärfere Hervortreten der leistenförmigen Grundmassenfeldspäthe. Letztere bilden, dichtgedrängt und fluidal angeordnet, den grösseren Teil der Grundmasse; in zweiter Linie kommen erst Augitkörner und Erz. Glas wurde nicht bemerkt, dasselbe könnte nur farblos sein und dünne Häute zwischen den Feldspäthen bilden. Unter den porphyrischen Einsprenglingen fehlt Feldspath ganz. Der hellgrünliche Augit zeigt selten Krystallformen, ist zuweilen verzwillingt und enthält einzelne farblose Glaseinschlüsse mit Bläschen. An Menge übertrifft ihn der Olivin, welcher ebenfalls Glaseinschlüsse und winzige Picotitoktaëder beherbergt. In dem helleren Gestein ist er schon weit in Eisenrost zersetzt. Die beiden Gesteine

1) Litt. No. 90, S. 22.

unterscheiden sich nur dadurch, dass das zweite eine feinere Grundmasse besitzt, reicher an porphyrischem Augit, dafür ärmer an Grundmassenaugit ist und ärmer an Olivin, der in dem ersten Basalt besonders reichlich auftritt. Im allgemeinen enthalten beide Basalte so viel Olivin, weichen auch sonst so von Andesiten ab, dass sie nicht als olivinhaltige beziehungsweise olivinreiche Andesite gelten können.

Feldspathbasalt (No. 292), Geröll im Rio Guayabo. Dieser Basalt hat insofern mehr Ähnlichkeit mit dem zweiten von Küch (S. 130) beschriebenen Basalt vom Cerro Campanero an der Cocha, als die Grundmasse beider bedeutend dunkler, weil erzreicher und feldspathärmer ist als die vorigen. Die Grundmasse besteht vorwiegend aus Erz und Augit, schmale Feldspathleisten sind nur in verschwindender Menge vorhanden. Für Glas können kleine bräunliche, Mikrolithen führende Partien gehalten werden. Unter den Einsprenglingen fehlt Feldspath. Augit tritt in Körnern und wohl ausgebildeten Krystallen auf. Bemerkenswert ist ein Augit, welcher durch die erzreiche Grundmasse in lauter kleine, optisch gleich orientierte, also zu einem Individuum gehörige Körner zerlegt wird. Der auch hier reichlich vorhandene Olivin zeigt randlich beginnende Rostfärbung, enthält wie der Augit Glaseinschlüsse und Einbuchtungen der Grundmasse.

VIII. Das obere Caucathal.

Von Ambalema im Magdalenathal über die Mittelcordillere nach Manizáles und Cartago, im oberen Caucathal nach Popayan.)

Litteraturverzeichnis No. 9, 9a, 11, 12, 12a, 23, 25—30, 33, 34, 36, 48, 49, 54, 64, 66, 72, 79, 86, 90, 99—101, 104, 106—108, 112, 118.

No. 107. Hettner, Geol. Übersichtskarte auf Taf. I und Profil 2 auf Taf. II.
No. 108. Hettner und Linck, Profil durch die Mittelcordillere S. 208.

Die Reise berührt folgende, unten wieder zu nennende Orte: Von Ambalema (236 m) am Rio Magdalena in der Flussebene nordwestlich nach Lérida (343 m), zweimal über den Rio Bledo, westlich zur Mittelcordillere hinan nach Líbano (1591 m), Übergang über dieselbe auf dem Pass La Línea (4055 m), auf der westlichen Seite der Cordillere hinab über Termales (3499 m), Frailes (2525 m) nach Manizáles (2135 m), südlich nach Santa Rosa de Cabal (1792 m), über den Rio Otun westsüdwestlich nach Cartago (912 m) und nahe dem Rio Cauca an dessen rechter (östlicher) Seite aufwärts über Naranjo (935 m), Paila (941 m), Bugalagrande, Buga (960 m), Cerrito (975 m), Palmira (1011 m), über den Rio Cauca nach

Cali (1014 m) und Jamundí, beim Paso de la Bolsa (981 m) über den Cauca nach Quilichao (1073 m), westlich nach Ensolvado (1392 m), nach der Sierra de la Teta (1785 m), über Mondamo, den Rio Piendamó und Rio Palacé nach Popayan (1741 m).

Der Reiseweg überschreitet also die Mittelcordillere und streift mit Ausnahme eines kleinen Stückes (westlich von Palmira bis zum Paso de la Bolsa auf der linken westlichen Caucaseite) die äussersten westlichen Ausläufer der Mittelcordillere auf dem rechten östlichen Caucaufer.

Geologie. Obwohl die Gesteinsangaben HUMBOLDTS aus begreiflichen Gründen nicht immer zuverlässig und brauchbar sind, verdienen sie doch namentlich wegen des stetigen Bestrebens genauerer Altersbestimmungen vollste Beachtung. In folgendem sind HUMBOLDTS zerstreute Bemerkungen in seinem geognostischen Versuch (Litt. No. 9a) über den hier behandelten Teil der Mittelcordillere zusammengestellt:

Vom Fuss des Tolima erwähnt HUMBOLDT (S. 340) Granit als Untergrund, dem Gneiss im Alter nahestehend, jünger als Gneiss, älter als Urglimmerschiefer. — Der Rücken der Cordillere zwischen Ibagué und Cartago besteht aus Urgneiss (S. 77). Letzterer kommt am Andespass von Quindiu (südwestlich vom Tolima) nicht höher als 1300—1400 Toisen (2600—2800 m) ü. d. M. vor (S. 76). Die Gneisslagen enthalten hier Granaten eingesprengt und Schichten zersetzten Kaolins (S. 79). — Am Nevado von Quindiu erreicht die Glimmerschieferformation eine Mächtigkeit[1]) von mehr als 600 Toisen (1200 m) (S. 88). — Am Andespass von Quindiu ruht die Formation des Gneissglimmerschiefers (oberhalb der Station von Palmilla) unmittelbar auf altem Granit. Sie erreicht eine sehr beträchtliche Mächtigkeit, indem sie nach dem Páramo von San Juan ansteigt. Im Valle de Moral führen die Glimmerschiefer, welche frei von Granat sind, Gänge von Schwefel erfüllt, welche schwefelige Dämpfe ausstossen, deren Temperatur bis zu 48° C. steigt (S. 79). — In den Anden von Quindiu und von Herveo glaube ich an eine Granitformation jünger als Glimmerschiefer und älter als Thonschiefer (S. 90). — Am Páramo de Chinche im östlichen Teile des Beckens vom Rio Cauca (Curato de Quina major und Quilichao) kommen Grünsteine in grosser Häufigkeit vor und zwar ebenso wie die Porphyre mit kugeliger Absonderung (S. 401). „Ich glaube, dass man nirgends in der Welt grössere Aufhäufung von Felsarten mit kugeliger Struktur findet als in der Cordillere der Anden, zumal von Quilichao bis Almaguer“ (S. 134). — Bei Quilichao und Caloto tritt Urgranit auf (S. 72). — Am östlichen Fuss der Cordillere von Quindiu hat HUMBOLDT den einzigen älteren Kalk gefunden, einen Übergangskalk, dessen Lagerungsverhältnisse schwer bestimmbar sind (S. 119).

SCHMARDA[2]) erwähnt vom Quindiupass hinab ins Caucathal Gneiss, Glimmerschiefer und glimmerreichen Thonschiefer, der manchmal rötlich wird (344). — „Eine Lokalität, welche den Namen Machafruto führt, hat heisse Quellen in einer Schlucht, die aus einem blasigen Basalt hervorbrechen.“ — „Etwas weiter fand ich abermals Basalt, Wacke und Mandelsteine.

1) épaisseur, BUCH übersetzt unklar „Höhe“.
2) Litt. No. 79, III, S. 344/5.

— Das Gestein, welches von den Basaltgängen durchbrochen ist, ist ein glimmerreicher Thonschiefer." (345).

HETTNER,[1]) welcher ungefähr denselben Übergang über die Mittelcordillere benutzte wie der oben beschriebene, fand auf der Ostseite der Cordillere Glimmer- und Hornblendegneiss, Hornblendeschiefer, Granitit, Thonglimmerschiefer und Thonschiefer.

A. Hier liegen von der Ostseite der Cordillere vor:

Dünnstengeliger Sericitschiefer und Thonschiefer zwischen Líbano und Lérida jenseits der zweiten Überschreitung des Rio Bledo; Granitporphyr, durch Druck protoginähnlich, aus dem Rio Bledo am Hervidero; Granophyr nahe Lérida beim ersten Anstieg; vulkanischer Staub aus einem Indianergrab in der Alluvialfläche von Líbano.

Von der Westseite erwähnen HETTNER und LINCK[2]) Dioritschiefer, Hornblendeschiefer, Graphitschiefer, Thonglimmerschiefer, Thonschiefer, Quarzit, Granit, Granitporphyr, dichten Diabas und zwar aus einem Gebiet, welches sich etwas weiter nach Norden erstreckt als das unsrige.

B. Hier sind von der Westseite, Strecke Paso de la Línea bis Manizáles, anzuführen:

Granit unterhalb Termales; weisser dünnblätteriger Sericitschiefer nahe Frailes; Grünschiefer, Halbphyllit, Thonschiefer und ein epidotisierter Diabasporphyrit (?) aus der Goldwäsche im Rio Olivarez bei Manizáles.

Bei der Salzquelle Quinco nahe Manizáles steht auch jenes merkwürdige Feldspath-Augitgestein an, welches KÜCH auf S. 99 als Einschluss in einem Pyroxenandesitblock von der Ostseite des Tolimakegels beschreibt und auf Taf. VII, Fig. 5, 6 im Dünnschliff abbildet. Weiter liegt es vom Tesoro zwischen Frailes und Manizáles vor, wo es einen scharfkantigen Einschluss in einem säulenförmig abgesonderten Andesitlavastrom bildet. Die Deutung dieses Gesteines bereitet ähnliche Schwierigkeiten wie z. B. die Einschlüsse im laacher Trachyt. Ist KÜCH bei dem Vorkommnis vom Tolima zum Unterschied von anderen ähnlichen colombianischen Gesteinen geneigt, wirklich einen fremden veränderten Einschluss anzunehmen, so kann hier wegen der scharfen einschlussartigen Begrenzung und der ausgezeichneten Parallelstruktur noch weniger Zweifel über diese Annahme herrschen.

Aus den Goldwäschen im Rio Olivarez bei Manizáles stammende schwarze Sande zeigen bei der Untersuchung deutlich ihren andesitischen Ursprung.

1) Litt. No. 108, S. 206.
2) Ebenda S. 216.

C. Die Gesteine, welche im Caucathal zwischen Manizáles und Popayan gefunden worden sind, mögen der besseren Übersicht wegen der Örtlichkeit nach von Norden nach Süden aufgeführt werden.

Rechte Caucaseite:

Bei San Juan (zwischen Manizáles und Santa Rosa de Cabal): Epidotisierter Diabasporphyrit.

Geröll im Rio alegrito: Pyroxenandesit.

Am Fluss bei Santa Rosa de Cabal anstehend: Amphibolitisierter Gabbro (Saussuritamphibolit).

Geröll im Rio Otun (südlich von Santa Rosa): Pyroxenandesite.

Zwischen Cartago und Naranjo: Kieselguhr.

Im Ort Naranjo anstehend: Andesittuff.

Gerölle in der Quebrada Overo zwischen Paila und Bugalagrande nahe der kleinen Kapelle: Lydit, amphibolitisierter Gabbro gleich dem von Santa Rosa, Diabas und Uralitdiabas, Melaphyrmandelstein, Serpentin.

Geröll im Rio Bugalagrande hinter Bugalagrande: Syenit, Quarzdiorit, Quarz-Dioritporphyrit, Melaphyrmandelstein, Pikrit.

Geröll nahe Amaime vor Palmira: Quarzdioritporphyrit.

Linke Caucaseite:

Am Alto de las Cruzes bei Cali anstehend: Quarzsandstein mit Kohlen.

Zwischen Cali und Jamundí aus dem Alluvium herausragend: Zersetzter Porphyr.

Rechte Caucaseite:

Geröll in der Goldwäsche Quilichao: Hornblende-Biotitgranit und Quarzglimmerdiorit (Hauptmasse der Gerölle), zersetzter Porphyr, dunkler Thonschiefer.

Unter den Geröllen ebenda anstehend zersetztes rostfleckiges Gestein (?), darin quarziges Ganggestein mit Pyrit.

Felsen in der Sierra de la Chapa zwischen Quilichao und Ensolvado: Quarzdioritporphyrit.

Am Quarzgang Ensolvado: Uralitdiabas.

Ensolvado: Obsidiansplitter.

La Teta: nahe dem Gipfel Biotit-Amphiboldacit; Block am Südgipfel Quarz-Dioritporphyrit; letztes Stück zum Gipfel Biotithornfels.

Im Rio de la Teta nahe dem Molino anstehend: Roter Thonschiefer.

Im Orte Teta eine fast horizontale Schicht bildend: Andesittuff mit Bimssteinbrocken.
Geröll bei Mondamo: Andesittuff.
Geröll im Rio Piendamó: Pyroxenandesit.

Wenn wir die Gesteine der Strecke C überblicken, so fällt zuerst der gänzliche Mangel an unzweifelhaften **krystallinen Schiefern** auf. Denn angesichts der geologischen Zwitterstellung des Gabbros und Serpentins können diese Gesteine nicht sicher für die genannte Gruppe in Anspruch genommen werden. Ausserdem verweisen gewisse Eigenschaften unseres Serpentins auf Pikrit als Muttergestein. Aber die Beobachtungen Humboldts, Schmardas und Lehmanns berechtigen im Verein mit dem im folgenden IX. Abschnitt Mitzuteilenden zu der Annahme, dass die Cordillere in ihrer ganzen Ausdehnung aus den Schiefern der archäischen Gruppe besteht.

Hervorgehoben zu werden verdient die Ähnlichkeit der Gabbro des Caucathales mit denen von Santa Marta (siehe S. 20), nur ist hier die ursprüngliche Struktur deutlich erhalten.

Auch die Zahl der **älteren Sedimentgesteine** ist gering. Über das Alter des hierhergehörigen lyditartigen Kieselschiefers und des dunklen Thonschiefers, beide ohne Foraminiferen, ist nichts bekannt. Der Quarzsandstein vom Alto de las Cruces bei Cali auf der linken Caucaseite mag der Kreide angehören. Als ein **kontaktmetamorphes Sedimentgestein**, wahrscheinlich Thonschiefer, ist der Biotithornfels von der Teta bei Quilichao aufzufassen.

Die **älteren Massengesteine** dagegen zeigen eine ähnliche Mannigfaltigkeit wie im Magdalenathale auf der östlichen Mittelcordillerenseite. Granit, Porphyr, Syenit, Diorit, Dioritporphyrit, Diabas, Diabasporphyrit, Melaphyrmandelstein, Pikrit sind hier vertreten. Dabei stehen unter den saueren Gliedern Hornblendegesteine in ganz ähnlicher Weise im Vordergrunde wie dort (vergleiche S. 74/5). Die Porphyre schliessen sich denen der Umgegend von Popayan an. Die Melaphyrmandelsteine entsprechen vielleicht den blasigen Basalten und Mandelsteinen Schmardas.

Wenn bei der petrographischen Übereinstimmung der beiden Cordillerenseiten im grossen und ganzen nur für einige Gesteine eine vollständige Gleichheit festgestellt werden kann, so ist an die bekannte Thatsache zu erinnern, dass oft ein und dasselbe Gestein auf grössere, häufig genug auf kleinere Entfernungen hin in seiner petrographischen Beschaffenheit wechselt. Und wir haben es hier mit Breitenausdehnungen bis zu 150, mit Längsausdehnungen bis zu etwa 260 km zu thun.

Von den nachzutragenden vulkanischen Gesteinen müssen die **Obsidiansplitter** hervorgehoben werden, welche im ganzen Caucathale von Cartago bis Popayan und wohl auch weiter nach Süden bis Pasto teils an der Oberfläche, teils in Gräbern vorkommen. Schon HUMBOLDT[1]) erwähnt sie ausführlicher und sagt darüber folgendes:

„Die Obsidianstücke, emporgeschleudert durch den Vulkan von Sotará unfern von Popayan und auf eine Entfernung von mehreren Meilen geworfen, verdienen sorgsamere Beachtung. Die Felder von Los Serillos, von Uvales und Palacé sind damit bedeckt. Man findet sie wie Kieselbruchstücke verstreut; sie ruhen auf basaltischen Gesteinen, denen sie durchaus fremd sind. Diese Obsidiane von Popayan haben oft Thränen- oder Kugelform mit höckeriger Oberfläche. Sie zeigen, was ich nirgends anders gesehen habe, alle Farbentöne vom tiefsten Schwarz bis zu dem eines künstlichen farblosen Glases. Zuweilen erscheinen dieselben untermengt mit Schmelzbruchstücken von dem nämlichen Vulkan von Sotará ausgeworfen, die man geneigt sein könnte für RÉAUMURsches Porzellan anzusprechen."

Die heutigen Indianer und Weissen nennen sie PIEDRA DEL RAYO d. i. Blitzstein, indem sie glauben, dass es ähnlich den „Donnerkeilen" anderer Gegenden mit dem Blitz vom Himmel gefallene Steine seien.

Genauer beschreibt ŽUJOVIĆ[2]) den Obsidian von Los Uvalos und von Pisojé bei Popayan (siehe Abschnitt X), KÜCH[3]) von der Tetilla bei Popayan und vom Rio Quilcasé. Weiter liegen Obsidiansplitter von sehr heller Farbe und grosser Durchsichtigkeit von Ensolvado und vom Weg zum Páramo de Sotará, letztere teils im Wald teils an der Grenze des Páramo gefunden, in grosser Menge endlich von Poblazon vor. Die Herkunft der weit verstreuten Obsidianmassen ist nicht sicher bekannt. Trotz tagelangen Suchens gelang es nicht, am Sotará selbst Obsidian zu finden. Vielleicht sind die bisher ganz unerforschten Teile der Cordillere östlich vom Sotará die Ursprungsstelle. Die Verschleppung geschah teils auf natürlichem Wege durch die Gewässer teils durch die Ureinwohner, als deren Erzeugnisse die Splitter anzusehen sind.

Die weite Verbreitung von Andesittuffen nimmt nicht wunder; auch bei ihnen konnte teilweise der Gehalt an staubförmigen Auswurfsmassen festgestellt werden. Aus einem weissen abfärbenden Tuff bei Buga beschrieb ENGELHARDT[4]) als Pflanzenreste 1 Rhizocarpee, 1 Palme, 2 Rubiaceen. Über den Ort finden wir bei ENGELHARDT auf S. 3 die Mitteilung von Konsul LEHMANN: „Diese Stücke stammen aus dem Caucathale und finden sich in Schichten östlich von der Stadt Buga etwa 1100—1200 m ü. d. M. und zwar in einem ziemlich gebrochenen Bergland, welches

1) Litt. No. 9a, S. 342/3.
2) Litt. No. 90, S. 28/9.
3) Litt. No. 104, S. 109 und 117/8.
4) Litt. No. 118, S. 38—41.

sich am Fusse der aus Glimmerschiefer bestehenden Centralcordillere längs der Thalebene hinzieht."

Kieselguhr bildet, wie schon KARSTEN[1]) erwähnte, horizontale Schichten zwischen Cartago und Naranjo. Sie besteht ganz aus den Panzern von Melosira granulata (nach KARSTEN M. decussata Ehrbg.) Mikroskopische Nester der gleichen Diatomacee findet man in dem Andesittuff von Naranjo.

Petrographische Bemerkungen.

(REISSsche Sammlung 60 Stück.)

Ältere Massengesteine.

Biotitgranit, unterhalb Termales unter dem Andesit anstehend. Klein- bis mittelkörnig, hell, frisch, mit weissen und gelblichen Feldspäthen, reich an schwarzen bis 3 mm grossen Glimmerblättchen. Ausser den normalen Bestandteilen Quarz, Feldspath und Glimmer sind nur Epidot und wenig Chlorit als sekundäre Mineralien aufzuführen. Neben dem Ortoklas ist verhältnismässig reichlich gestreifter und schön zonalgebauter Oligoklas vorhanden. Beide zeigen meistens sehr frische Beschaffenheit, teilweise hat an ihnen die Trübung und Umwandelung in farblosen Glimmer begonnen. Der Quarz ist auffallend rissig, einheitlich erscheinende Körner desselben zerfallen bei + Nic. in verschieden orientierte Teile. Mikropegmatit tritt nur in einzelnen kleinen Partien auf. Der frische braune Glimmer lässt huschende Auslöschung, auch deutliche und beträchtliche Biegung der Lamellen erkennen.

Dynamometamorpher protoginähnlicher **Granitporphyr** aus dem Rio Bledo am Hervidero bei Lérida. Das Gestein hat das Aussehen eines kleinkörnigen Granites von protoginartigem Charakter. Es ist hell grüngrau, von Quetschflächen durchzogen, welche mit sekundären grünen Mineralien besetzt sind. Der Feldspath ist stark getrübt, und seine Grenzen verschwimmen ebenso wie die des Quarzes, wie man es an dynamometamorphen körnigen Gesteinen häufig sieht. Das Mikroskop zeigt scheinbar eine typische Porphyrstruktur mit zurücktretender Grundmasse. Grössere, zum Teil zertrümmerte Quarze, frische, meist aber stark verglimmerte Feldspäthe liegen in einer aus denselben Mineralien bestehenden mikrogranitischen, ziemlich grobkörnigen Grundmasse. Ob letztere wirklich eine ursprüngliche Porphyrgrundmasse oder ein Zertrümmerungsprodukt der grösseren Körner ist, lässt sich mit Sicherheit schwer entscheiden. Gegen das letztere scheint die recht regelmässige Gestalt, Grösse und Verbindung der Gemengteile zu sprechen. Unter den frischeren Feldspäthen bemerkt man auch Mikroperthit mit ausserordentlich zarten, schwer erkennbaren Albitlamellen. Der dunkle Gemengteil, welcher nicht zu reichlich vorhanden gewesen sein mag, ist vollständig in Chlorit, an welchen Epidot und Rutilhäufchen gebunden sind, umgewandelt. Auch Calcit hat sich in gröberkörnigen Aggregaten gebildet und nesterartig angesiedelt. Mikroskopisch bemerkbare mechanische

1) Litt. No. 72, S. 31, Taf. VII Fig. 7.

Veränderungen beschränken sich auf den Quarz und äussern sich in huschender Auslöschung bis zur Zertrümmerung.

Wahrscheinlich eine basische Ausscheidung in dem vorigen ist ein sehr feinkörniges grünes Gestein, das nur ganz vereinzelte porphyrische Feldspäthe enthält. U. d. M. hat es mehr syenitische Struktur, indem der rötlichtrübe Feldspath automorphe, der aber immer noch reichliche Quarz xenomorphe Begrenzung aufweist. Das dunkle Mineral (Glimmer) ist hier in viel grösserer Menge vorhanden, aber ebenfalls in Chlorit und Epidot umgewandelt. Letzteres Mineral tritt auch neben hellem Glimmer als Neubildung in den Feldspäthen auf, in Körnern und Nestern im Gestein. Porphyrische Quarze sind mikroskopisch ganz vereinzelt sichtbar, ebenso Körner von Magneteisen und grauem Titanit.

Granophyr, Weg von Lérida nach Líbano nahe Lérida beim ersten Aufstieg. Scheinbar feinkörnig, heller grünlichgrau. Porphyrische Feldspäthe treten an dem einen Handstück makroskopisch kaum, an einem zweiten wegen ihrer weissen Farbe neben kleinen dunkelen Körnchen deutlicher hervor. Diese Gesteine sind ausgezeichnete Vertreter der Quarzporphyre mit mikropegmatitischer Grundmasse. Letztere besteht vorwiegend aus gewissermassen selbständigen Körnern von Mikropegmatit, d. h. aus gegeneinander abgegrenzten Körnern, welche die bekannte Verwachsung von Quarz und Feldspath in der zierlichsten und mannigfaltigsten Weise darstellen. Zwischen denselben liegen auch einfache Körner der beiden Mineralien, hier und da als Ansatzpunkt für die Verwachsungsgebilde dienend, ebenso wie die porphyrischen Feldspäthe. Diese, sowohl Orthoklas wie Plagioklas, sind mit farblosen und grünlichen Schuppchen und Leistchen von Muskovit erfüllt, welcher auch reichlich in der Grundmasse zuweilen in Form zierlicher Rosetten erscheint. Der ursprünglich vorhandene Glimmer kann noch in zahlreichen gebleichten, grünumsäumten oder chloritisierten Leisten erkannt werden. Porphyrischer Quarz wurde nicht bemerkt. Schwarze Erzkörner bilden den einzigen zurücktretenden Nebengemengteil.

Zersetzter Porphyr, Geröll in der Goldwäsche Quilichao. Gelblichweiss, weiche erdige Masse, in der einzelne Quarzkörner sichtbar sind; das Gestein hat Ähnlichkeit mit einem Andesit- oder Dacittuff. Die mikroskopische Untersuchung ergiebt zunächst, dass ein älteres Gestein mit Porphyrstruktur vorliegt. Denn die wenigen grösseren Quarzeinsprenglinge sowie zahlreiche kleinere der Grundmasse haben keine Glaseinschlüsse sondern Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglicher Blase; ausserdem zeigen sie die charakteristische Form der Porphyrquarze. Die Grundmasse ist fleckenweise farblos, meist aber durch Eisenverbindungen rostgelb, rot bis braun gefärbt und enthält ausserordentlich reichlich farblosen bis hellgrünen Muscovit in Flitterchen, grösseren verworrenfaserigen Körnern und zierlichen strahligen Rosetten. An Stellen, welche frei von diesem Mineral sind, bemerkt man eine ausserordentlich feinkörnige adiagnostische Masse, welche grössere deutliche Grundmassenquarze birgt. Nach dem Gesagten ist das fragliche Gestein wahrscheinlich ein stark verglimmerter, einsprenglingsarmer Porphyr. Soviel man noch erkennen kann, namentlich an den erwähnten glimmerfreien Stellen der Grundmasse, ähnelt das Gestein auffallend dem später zu erwähnenden Porphyr von der Subida de Machai zwischen Silvia und Pitayó. Angesichts des Umstandes, dass die Flüsse bei Quilichao aus der Gegend von Silvia und Pitayó kommen, erscheint eine völlige Gleichheit und gleicher Ursprung der beiden Porphyre wahrscheinlich.

Das eben Gesagte gilt makroskopisch und mikroskopisch auch für den **zersetzten Porphyr,** welcher zwischen Cali und Jamundí aus dem Alluvium herausragt, nur ist die Grundmasse hier

glimmerärmer. Beide Gesteine stimmen auch darin überein, dass man in den Flüssigkeitseinschlüssen der Quarze beider Gesteine, besonders aber im zweiten, neben dem Bläschen häufig auch ein Würfelchen erblickt.

Syenit, Geröll des Rio Bugalagrande hinter Bugalagrande. Sehr feinkörnig, gelblich und rötlich gefärbt, besteht aus vorwaltendem Feldspath und feinen nadelförmigen Hornblendekrystallen. Schon makroskopisch erkennt man die typische Syenitnatur. Orthoklas und zurücktretender Plagioklas sind leicht körnelig getrübt. Quarz bemerkt man nur in lückenausfüllenden Partien. Die grüne Hornblende, in langen schmalen, auch kurzen gedrungenen Säulen, ist zum Teil noch recht frisch andernteils in Epidot umgewandelt, so dass beide Mineralien innig miteinander verwachsen und durchwachsen sind. Nicht selten bemerkt man gut begrenzte Pseudomorphosen von Epidot nach Hornblende mit kleinen Resten des letzteren. Selten findet Zersetzung in Chlorit statt. Grauer Titanit und wenig Erz bleiben zu erwähnen übrig.

Diorite.

Quarzdiorit, nahe Buga, feinkörnig, hell, gleichmässig aus Feldspath und Hornblende gemengt erscheinend.

Quarz-Glimmerdiorit (Hornblende-Biotitgranit), Geröll in der Goldwäsche Quilichao. Kleinkörnig, granitähnlich. Man erkennt neben dem weissen Feldspath dunkle Hornblende und gebleichten, grünlich glänzenden Glimmer.

Quarz-Glimmerdiorit, Geröll in der Goldwäsche Quilichao. Grau, ärmer an dunklen Gemengteilen, feinkörnig.

Die Diorite sind sämtlich quarzhaltig, ja teilweise quarzreich, so dass man in Verlegenheit sein könnte, ob man sie den Graniten oder den Dioriten zuweist. Am meisten gilt dies für den Quarz-Glimmerdiorit von Quilichao; bei ihm ist auch die Struktur eher granitisch als dioritisch. Plagioklas, Orthoklas grüne, höchstens braungrüne Hornblende, dunkler Glimmer und Quarz bilden die Hauptgemengteile. Der vorwiegende Plagioklas zeichnet sich in frischem Zustand durch reine und klare Substanz aus, ist häufig zonal gebaut und scharf gestreift. In dem dritten Diorit ist er stark verglimmert, enthält hier auch viel Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglicher Libelle. Orthoklas finden wir in allen drei Gesteinen, am meisten in dem durch grösseren Quarzgehalt ausgezeichneten ersten. Im Gegensatz zu den zierlichen schlanken Plagioklasdurchschnitten erscheint er hier in grösseren plumperen Partien, häufig den ersten umwachsend und einschliessend. Die grüne Hornblende besitzt überall frische Beschaffenheit, kommt in wohl ausgebildeten Krystallen und in xenomorphen Partien vor. Ausgezeichnet scharfe Querschnitte beobachtet man in dem Quarzglimmerdiorit von Quilichao. Verzwillingung, durch eingelagerte Lamellen sich kundgebend, ist in demselben Gestein häufig. Hier bemerkt man in ihr auch reichlich jene später bei einer anderen Gelegenheit zu behandelnden eingelagerten wie Nädelchen aussehenden Gebilde. Hellgrüner Augit tritt in geringer Menge mit der Hornblende verwachsen nur in dem Diorit von Buga auf.

Der dunkle Glimmer ist in dem dritten Diorit von Quilichao frisch, bildet grössere selbständige Blätter, häufig auch kleine Fetzen, welche mit der Hornblende verwachsen, in sie eingewachsen sind. Der zweite Diorit von demselben Ort enthält dagegen nur gebleichten und in

Chlorit verwandelten Glimmer, der im letzteren Falle die Spaltrisse mit massenhaftem Epidot und grauwolkigen Substanzen besetzt zeigt.

Der Quarz passt sich in den gleichmässig körnigen Ausbildungen den Grenzen des Feldspathes an, wenn er auch im Quarzdiorit von Buga grössere Partien bildet.

In ganz gleicher Weise wie im Granit von Termales kommen im Diorit von Buga kleine Mikropegmatitpartien vor. Als Nebengemengteile wurden Apatit in kleineren, auch grösseren Säulen, namentlich in den beiden ersten Dioriten, einmal reichlich Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglichen Bläschen enthaltend, häufiger bemerkt. Und lichtgelblicher Titanit mit schön spitz rhombischem und lang sechseckigem Durchschnitt vertritt gewissermassen den fehlenden Glimmer im Quarzdiorit von Buga. Erz spielt eine recht untergeordnete Rolle, fehlt teilweise fast ganz.

Die Struktur ist in dem Quarzdiorit typisch dioritisch, in dem 1. Quarzglimmerdiorit mehr granitisch. In dem ersten Gestein erkennt man auch recht deutlich die Reihenfolge der Festwerdung der Gemengteile: Plagioklas am besten automorph, ihm gegenüber Orthoklas xenomorph, ersteren einschliessend und umwachsend, Orthoklas dem Quarz gegenüber automorph. Die Ausscheidung der Hornblende erfolgte nach dem Plagioklas; denn sie schliesst letzteren ein und ist ihm gegenüber xenomorph. Der dritte Diorit zeigt Anklänge an Granitporphyrstruktur.

Dioritporphyrite.

Gesteine von Bugalagrande, Amaime, von der Sierra de la Chapa und der Sierra de la Teta, welche bei porphyritischem Aussehen eine Mittelstellung zwischen Quarzporphyren und Dioritporphyriten einnehmen, sollen nebst dem auf S. 87 erwähnten Gestein vom Dorfe Huila weiter unten mit zahlreichen südlicheren Vorkommnissen behandelt werden.

Diabase.

Den hier zu besprechenden Diabasen scheinen z. T. die „dolérites andésitiques und labradoriques“ zu entsprechen, welche Žujović [1]) aus dem Caucathal beschreibt. Er versteht nach Fouqué und Lévy unter Doleriten „équivalents récents des anciennes diabases“. „Die Dolerite sind tertiär und die Diabase sind vortertiär.“ (S. 44). Sie sind nach Žujović den pyrenäischen Ophiten zu vergleichen. Obwohl er zur Lösung der so ausserordentlich widerspruchsvollen Frage nach dem Alter dieser Gesteine nichts beitragen kann, weil ihm die stratigraphischen Beziehungen der südamerikanischen „Ophite“ unbekannt sind, rechnet er sie doch zu den jungen Eruptivgesteinen.

Auch dem Verfasser stehen keine geologischen Beobachtungen zur Altersbestimmung der Diabase zur Verfügung. Es ist ein rein persönliches Gefühl desselben, welches diese Gesteine, so wie sie Žujović beschreibt z. T. und wie sie hier vorliegen, nicht für tertiär, sondern für ganz bedeutend älter hält. Selbstverständlich kann die Altersfrage nur durch die geologische Untersuchung der Lagerungsverhältnisse in diesem Falle beantwortet werden. Wie schwierig und unsicher indessen nur zu häufig derartige geologische Altersbestimmungen sind, das zeigen neben zahlreichen anderen

1) Litt. No. 90, S. 44—47.

Beispielen gerade die pyrenäischen Ophite, welche Žujović als Beweis heranzieht. Für dieselben sind fast alle Formationen vom Unterdevon bis zum obersten Tertiär in Anspruch genommen worden, und noch heute dürfte das „Ophitproblem" nicht befriedigend gelöst sein.

Žujović beschreibt „dolerites labradoriques" vom Rio Sucio und Quietratamo bei Supia, deren Feldspäthe Glaseinschlüsse führen, deren Grundmasse einen schwarzen amorphen Rest enthält. Zersetzungsprodukte sind Calcit, Epidot, serpentinartige Substanzen. Die Struktur ist ophitomikrolithisch. (S. 46/7.) „Dolérites andesitiques" von Roldanillo im Caucathal, Sopinga und El Ray zwischen Cartago und Supia haben granitoide, in die ophitische übergehende Struktur und enthalten viel sec. Epidot und Chloritsphärolithen.

In den „dolérites labradoriques" von Roldanillo ist der Augit in blaugrünen Amphibol umgewandelt. Ebenso findet sich uralitisierter Pyroxen im Ophit von El Diabolo zwischen Cartago und Supia mit acc. „granulitischem" Quarz. (S. 45). Den echten Typus der ophitischen Struktur bemerkt man in den Gesteinen von Varro Colorado bei Quinchia und zwischen Quinchia und Anserma im Caucathal (S. 46.) „Der Augit beginnt sich hier in Diallag umzusetzen durch Annahme der dritten Spaltbarkeit." Feldspath stark umgewandelt, Chlorit und eine amorphe und fluidale serpentinartige Substanz sind sehr verbreitet (S. 46).

Normaler Diabas, Geröll aus der Quebrada Overo zwischen Paila und Bugalagrande nahe der kleinen Kapelle. Kleinkörnig, dunkelgrün, andere Stücke hellergrün, grünlichweissen Feldspath und dunkles Mineral zeigend.

Plagioklas, Augit und Titaneisen sind die ursprünglichen Gemengteile dieses Diabases. Den verzwillingten, meist langleistenförmigen Feldspath erfüllen dicht Zersetzungsprodukte, grünliche Körnchen, Blättchen von chloritischen Substanzen, Nädelchen von Strahlstein; in einem zweiten Präparat wird er fast ganz von Epidot eingenommen. Dem gegenüber zeigt der fast farblose Augit zum grossen Teil noch recht frische Beschaffenheit. Er kommt in automorphen Säulen und in xenomorphen Körnern zwischen den Feldspäthen vor. Recht gut können an ihm die Umwandlungserscheinungen verfolgt werden. In unzersetztem Zustand fast farblos, nimmt der Augit an den Stellen beginnender Veränderung, meist am Rande, eine dunklere bräunliche Farbe und ein streifiges Aussehen an, so dass er einem Mikroperthit mit ausserordentlich zahlreichen kleinen und eng gelagerten Albitstengeln nicht unähnlich ist. Weiterhin erhält er eine grüne Farbe, wobei die Faserung verschwindet. In der entstandenen grünen uralitischen Hornblende taucht merkwürdigerweise auch ein braunes kompaktes Mineral auf vom Ansehen der primären braunen Hornblende. Da zwischen dieser und dem frischen Augit alle Übergänge zu beobachten sind, so kann kein Zweifel an der sekundären Natur der braunen Hornblende obwalten. Grössere Erzkörner sind dem Titaneisen zuzuweisen, da mancherorts ausgezeichnet die streifenweise Bildung von grauwolkigem Titanit (Leukoxen) zu beobachten ist. In einem Präparat dieses Diabases waren alle Erzkörner bis auf schmale parallele Streifen in der angedeuteten Weise umgewandelt.

Uralitdiabas, Geröll der Quebrada Overo wie das vorige und ebenso am Quarzgang Ensolvado. Feinkörnig, dunkelgrün; Gemengteile makroskopisch nicht zu unterscheiden. Die beiden Uralitdiabase von verschiedenen Orten stimmen auch mikroskopisch vollständig miteinander überein. Scharf ausgeprägte ophitische Struktur zeichnet sie in gleicher Weise aus. Der dunkle Gemengteil, Augit, überwiegt bedeutend den Feldspath, ist aber zum allergrössten Teil in uralitische blaugrüne

Hornblende umgewandelt. Reste von Augit und die oben erwähnten Umwandlungserscheinungen, Bräunung, Faserung, findet man nach längerem aufmerksamen Suchen in den Schliffen beider Gesteine. Selbst wenn solche fehlten, könnte ein kundiges Auge keinen Augenblick im Zweifel sein, dass hier durchaus uralitische Hornblende verliegt. Die Abrundung, Schwellung der ursprünglich schärferen Augitgrenzen, der Ansatz von Hornblendenadeln an denselben und die reichliche Bildung von Amphibolnadelfilz andernorts gehören hier zu den gewöhnlichen charakteristischen Erscheinungen. Dem Ebenerwähnten gemäss ist das ehemalige Gebiet des Feldspathes etwas eingeschränkt. Die schmalen langen Leisten des letzteren werden netzartig von Amphibolnadeln erfüllt, deren Einwanderung vom uralitisierten Augit her und deren Zusammenhang mit den Ansätzen an letzterem augenscheinlich ist. Reichlich vorhandene grössere Erzkörner sind auch hier unter Bildung von Leukoxen schon weit der Zersetzung anheim gefallen.

Diabasaphanit (?), epidotisiert, Geröll aus der Goldwäsche im Rio Olivarez bei Manizáles. Lebhafter gelbgrün, reich an Epidot, mit ausgelaugten Hohlräumen. Das Gestein besteht mikroskopisch aus viel verzwillingtem neben frischem, unverzwillingtem Feldspath, sehr viel gelbem Epidot in Körnern, frischem grünem, in Querleisten bräunlichem Glimmer, Chlorit, Eisenrost, der stellenweise zellige Maschennetze bildet. Man ist infolge der Unregelmässigkeit der Struktur, welche weder die eines Eruptivgesteines noch die eines normalen krystallinen Schiefers darstellt, bei der Bestimmung und Benennung dieses Gesteines in Verlegenheit. Man könnte es bei der Annahme einer primären Entstehung aller Gemengteile mit dem weiter unten zu erwähnenden Epidotgrünschiefer von dem gleichen Orte in Verbindung bringen und es gleichfalls für einen krystallinen Schiefer halten. Indessen gewahrt man an manchen Stellen noch Reste einer diabasischen Struktur namentlich in der Anordnung der auch stofflich erhaltenen leistenförmigen Feldspäthe. Diese treten dann besonders deutlich hervor, wenn sie von einem Epidotkörnerkranz umgeben werden (Taf. V, Fig. 4). Es mag so das Gestein als ein stark umgewandelter Diabas aufgefasst werden. Unterstützung erhält diese Ansicht durch das Vorkommen eines unzweifelhaften Diabasporphyrites mit ähnlichen Umwandlungserscheinungen.

Diabasporphyrit bei San Juan (vor Santa Rosa de Cabal) anstehend. Gelblichgrüne dichte Grundmasse mit porphyrischen, bis 2 mm grossen Feldspäthen, die wegen der gleichen Farbe wenig hervortreten, dunklen Körnern und vereinzelten weissen Calcitpartien. Die Grundmasse ist (mikroskopisch) ganz mit einem Aktinolithnadelfilz, mit Epidot und viel Calcitfetzen erfüllt. Aus ihr treten die porphyrischen Feldspäthe noch recht gut umgrenzt als hellere Stellen heraus. Stofflich sind auch sie zum grössten Teil umgewandelt unter reichlicher Bildung von Quarz und Calcit. Am frischesten sind noch einige grössere Augite erhalten. Sie fallen auf durch die scharf ausgeprägte Spaltbarkeit und dadurch, dass sie mancherorts von einem Quarzadernetz durchzogen werden, welches den einheitlichen Krystall ähnlich wie Serpentin den Olivin in einzelne Teile zerlegt. Mikroskopische mandelförmige Hohlräume sind mit einem zartgrünen strahligen chloritischen Mineral erfüllt.

Angefügt möge hier werden ein undeutbares Gestein, welches unter den Geröllen in der Goldwäsche von Quilichao ansteht. Die einzige davon vorliegende Probe ist graugrün, scheinbar feinkörnig, mit braunen Verwitterungsrinden bedeckt, von zahlreichen rostgelben Klüften durchzogen und mit ausgewitterten kleinen rostroten Hohlräumen versehen. U. d. M. gewahrt man nur für sekundär zu haltende chloritische Substanzen, hellgrüne unbestimmt begrenzte Hornblendepartien,

Eisenrost und sekundären Quarz ohne eine Spur von Muttermineralien und ehemaliger Struktur als Anhalt für eine Deutung des Gesteines.

Melaphyrmandelstein, Geröll der Quebrada Overo zwischen Paila und Bugalagrande nahe der kleinen Kapelle. Dicht, schmutzig dunkelbraun, stellenweise reich an weissen, bis 3 $^1/_2$ mm grossen Mandeln, welche mit Säure nicht brausen.

Ein zweites Gestein, Geröll aus dem Rio Bugalagrande hinter dem gleichnamigen Orte, heller schmutzig braun, mit zahlreichen rötlichen und gelblichweissen Mandeln und bis 6 und 7 mm messenden Epidotnestern.

Plagioklas, fast farbloser monokliner Augit und ganz in Roteisen zersetzter Olivin sind die, beiden Gesteinen gemeinsamen Hauptgemengteile, von denen der Augit beträchtlich überwiegt.

Der erste Melaphyr ist mikroskopisch viel feinkörniger als der zweite. In den Zersetzungsprodukten erkennt man noch deutlich die kleinen leistenförmigen Feldspäthe, welche, nicht reichlich vorhanden, divergentstrahlig gestellt sind. Augit scheint kleine rundliche Körner und xenomorphe Partien gebildet zu haben. Unzersetzter Olivin fehlt; seine ehemalige Anwesenheit deuten zuweilen Maschennetze aufweisende Roteisenpartien an, welche sehr reichlich vorhanden sind. Die Mandeln füllen körniger Quarz, ferner feinstrahliger gelber Epidot und feinkörnige grauwolkige, wahrscheinlich ebenfalls epidotische Massen aus.

Das zweite Gestein, welches wohl mit dem vorigen zu einem Melaphyrgebiet gehört, ist mikroskopisch grobkörniger. Augit fällt durch sein Vorherrschen zuerst in die Augen. Dickere Säulen und Körner, die ziemlich dicht aneinander liegen, lassen für kleine Feldspathnadeln wenig Raum. Dabei ist häufig ein stern- oder bündelförmiges Ausstrahlen der letzteren von einer grösseren Augitsäule zu bemerken. Besonders merkwürdig ist das Gestein durch seine Mandeln. Von mannigfacher Gestalt, im Schnitt kreisrund, elliptisch gebogen, schlauchförmig, buchtig, machen sie hier und da den Eindruck, dass sie nachträglich entstanden seien durch Zersetzung und Fortführung des porphyrischen Olivins; namentlich die Umsäumung mit dessen Zersetzungsprodukt, Roteisen, legt den Gedanken nahe. Ausgefüllt sind die Mandeln, wie Fig. 5 auf Taf. V zeigt, mit kräftigen verzwillingten, strahlig gestellten Plagioklasleisten, denen sich häufig noch tiefgelber Epidot in kugeligen, durch radialen Nadelansatz stacheligen Gebilden oder ähnlich dem Augit in manchen Diabasen in xenomorphen Partien zwischen den Feldspäthen zugesellt. Die rote Farbe von vielen dieser Mandeln wird durch staubförmige Einlagerungen von Eisenverbindungen hervorgebracht. Mögen diese Mandelräume primär oder secundär sein, jedenfalls beweist das Vorhandensein des Epidots in denselben die nachträgliche Ausfüllung. Spuren von Olivin sind in diesem Gestein sonst recht spärlich; man bemerkt nur wenig von Hämatit umgebene, ganz in Serpentin umgewandelte Körner.

Pikrit, Geröll aus dem Rio Bugalagrande hinter Bugalagrande. Dunkelgrün, unbestimmt heller gefleckt. Die Gemengteile, fast farbloser monokliner Augit und Olivin, sind noch in grossen unversehrten, aber von Serpentinadern durchzogenen Resten erhalten. Die randlich beginnende Umwandlung ist so weit fortgeschritten, dass am Olivin überall, am Augit häufig die ursprüngliche äussere Umgrenzung verwischt wurde durch breite Bänder zartgrünen Serpentins. An Magneteisen ist das Gestein verhältnismässig arm, grössere und kleinere Körner von dunkelbraun durchsichtigem Chromit erblickt man häufig. Partien lichtbräunlicher isotroper, meist radialstrahliger Substanz dürften dem Kelyphit angehören, dem aber hier die Begleitung des Granates vollständig fehlt.

Serpentin, Geröll aus der Quebrada Overo zwischen Paila und Bugalagrande. Gebleicht, hell misfarbig gefleckt. In der mikroskopisch gleichmässig gelblichgrünen Gesteinsmasse fehlen unzersetzte Reste der Muttermineralien ganz. Auch das dem Serpentin sonst eigene Maschennetz vermisst man im gewöhnlichen Licht. Erst zwischen + Nic. tritt es an manchen Stellen hervor und beweist die ehemalige Anwesenheit von Olivin. An anderen Stellen angereicherte und in parallelen Reihen angeordnete Erzkörner in Verbindung mit einer langfaserigen Struktur des Serpentins zwischen + Nic. deuten auf Augit, so dass, wie schon die Nähe des vorigen Gesteines annehmen lässt, ein Pikrit den vorliegenden Serpentin geliefert haben dürfte.

Amphibolitisierter Gabbro (oder Saussuritamphibolit) am Fluss bei Santa Rosa de Cabal anstehend und Geröll in der Quebrada Overo zwischen Paila und Bugalagrande. Mittel- bis kleinkörnig erscheinende Gesteine, welche etwa zu gleichen Teilen aus Hornblende und weissem Feldspath bestehen; das zweite oben angeführte Gestein ist hornblendereicher. Parallelstruktur am ersten angedeutet, Flaserstruktur am zweiten deutlicher ausgeprägt. Makroskopisch und mikroskopisch gleichen sie den Gesteinen von Santa Marta (oben S. 20), nur ist hier die Gabbrostruktur noch besser erhalten. Den Plagioklas erfüllen zum grössten Teil Körner, Nadeln, Prismen, derbere, randlich in Nadeln und Prismenenden sich auflösende Partien eines farblosen, stark lichtbrechenden Minerales, welches hier wegen der geraden Auslöschung und der geringen Doppelbrechung dem Zoisit angehört. Lichtgrüne Hornblendenadeln gesellen sich zu dem Zoisit. Der zweite Hauptgemengteil, die Hornblende, besitzt genau dieselben Eigenschaften wie in den Gesteinen von Santa Marta. — Der zweite „Gabbro" aus der Quebrada Overo geht unvermittelt in ein sehr feinkörniges dunkelgrünes Gestein über, das aus den gleichen Mineralien besteht, in welchem aber durch gleichsinnige Lagerung der Hornblendesäulen und der ausgezogenen körnigtrüben Feldspäthe mikroskopisch eine deutliche Parallelstruktur ausgeprägt ist.

Krystalline Schiefer und ältere Sedimentgesteine.

Hornblendegrünschiefer, Geröllblock aus der Goldwäsche im Rio Olivarez bei Manizáles. Lichtgraugrün, dünnschieferig. Die Gemengteile erkennt man erst u. d. M. bei gewöhnlicher Vergrösserung. Die Hauptmasse nimmt ein Filz von hellgrünen Aktinolithnadeln ein, die lagenweise parallel in der Schieferungsrichtung oder wirr durcheinander gelagert sind. Lichte Stellen in dem Amphibolgewebe polarisieren wie Feldspath (Albit). Durch die ganze Masse unregelmässig verstreute, trüb erscheinende Häufchen von winzigen, stark lichtbrechenden gelblichen Körnern sind wohl Epidot. Dieses Mineral kommt ausserdem neben gut charakterisiertem Zoisit in grösseren Krystallen und Körnern reichlich vor.

Epidotgrünschiefer von demselben Ort. Körnigschieferig, gelblichgrün mit Quarzflasern, glimmerreichen und chloritischen Lagen. Seiner Zusammensetzung nach ist dieses Gestein von dem vorigen ganz verschieden. Den vorwiegenden Gemengteil bildet tiefgelber Epidot. Reichlich mit Einschlüssen versehene unregelmässige Körner und säulenförmige, von Spaltrissen durchzogene Krystalle dieses Minerales treten mit Blättern, Leisten und Fetzen von grünem Glimmer, mit zurücktretenden Aktinolithnadeln, endlich mit Feldspathkörnern in den Zwischenräumen zu einem gleichmässigen, paralleler Anordnung entbehrenden Gemenge zusammen. Schwarze Erzkörner finden sich

nur an manchen Stellen. Das Präparat durchziehende feine Adern bestehen aus Quarzindividuen, welche die ganze Breite einnehmen und senkrecht zu den Wänden gestellt sind, ferner aus grünem Glimmer, wenigem Epidot. Ob eine Beziehung dieses Gesteines zu dem obenerwähnten epidotisierten Diabas (S. 108) besteht, kann nicht mit Sicherheit entschieden werden. Das Vorkommen an dem gleichen Ort spricht für einen kausalen Zusammenhang beider, und wir haben in diesem Gestein, wahrscheinlich auch in dem vorigen, umgewandelte Diabasgesteine anzunehmen.

Sericitschiefer, nahe Frailes. Dickere weisse, sehr feinkörnige Quarzlagen werden durch weisse, sekundär gelb gefärbte, zum Teil silberglänzende und feingerunzelte Sericithäute getrennt. Die Quarzlagen scheinen mikroskopisch auf den ersten Blick fast nur aus Quarz zu bestehen und zwar wechseln gegeneinander recht scharf abgesetzte Lagen von feinerem und gröberem Korn miteinander ab. Beide, aber vor allem die gröberen Lagen zeichnen sich durch die gleiche Grösse, häufig durch die regelmässige vieleckige Gestalt der Quarzkörner aus und könnten als ein Muster für die sogenannte Bienenwabenstruktur gelten. Die Quarzsubstanz ist ausserordentlich rein, man kann sagen, vollständig rein. Nur auf den Grenzen der engliegenden Körner bemerkt man einen feinen Staub. In geringem Masse an der Zusammensetzung der gröberen Lagen, dagegen reichlich an derjenigen der feineren Schichten beteiligen sich Blättchen, Leisten, Eier eines fast farblosen, grünlich und gelblich schimmernden Glimmers, der zwischen + Nic. ganz verschwindet. In Schnitten senkrecht zur Schieferung kommen natürlich die Glimmerhäute in Form von Strähnen zur Beobachtung. Stellenweise finden sich winzige Rutilkryställchen in solchen Mengen angehäuft, dass schwarze Flecke entstehen. Bei 340facher Vergrösserung erkennt man sie als farblose oder gelbliche kurze Säulchen. Sie scheinen hauptsächlich an die Glimmerhäute gebunden zu sein; denn im Querschnitt erhalten letztere durch sie häufig eine schwarze Farbe.

Sericitschiefer am Weg Lérida-Líbano jenseits der zweiten Überschreitung des Rio Bledo, höher am Wege anstehend als der glimmerig-sandige Thonschiefer (s. u.). Weiss, durch färbende Eisenverbindungen rost- und violettfleckig. Deutlich von Druck beeinflusst, wellig schieferig bis dünnstengelig mit holzartiger Struktur. Die Sericithäute sind matt und makroskopisch kaum bemerkbar. Seiner mikroskopischen Beschaffenheit nach weicht dieses Gestein sehr von dem vorigen ab. Die Struktur im Schliff parallel zur Schieferungsrichtung, soweit dieselbe sich noch als beste Spaltungsfläche geltend macht, ist langflaserig: dicke Sericithäute umziehen flach linsenförmige, im Schnitt spitzelliptische Quarzpartien. Die Häute bestehen aus einem dichten Filz von farblosen Sericitschuppen und -leisten, auch kräftigeren lamellierten Muskovitleisten und Bündeln von Fibrolithfasern. An den Grenzen gegen die Quarzlagen wird der Filz lockerer, Sericit und Fibrolith schwärmen einzeln in jene aus. Die schon makroskopisch erkennbaren Wirkungen des Gebirgsdruckes springen auch mikroskopisch an den Quarzpartien in die Augen. Dieselben scheinen ursprünglich einheitliche grössere Körner gewesen zu sein, sind aber in schmale, parallel zur Schieferung gestreckte Stengel zerdrückt, welche zwischen + Nic. huschende Auslöschung und wiederum für sich beginnende Zertrümmerung zeigen (Taf. IV Fig. 4). Auf den Druckrissen, in den Sericithäuten abgelagerte Eisenlösungen, staubförmiger Ferrit und Hämatitkörnchen verursachen die bunte Farbe des Schiefers. Welches ursprüngliche Gestein diesen augenfällig durch Druck erzeugten Sericitschiefer geliefert hat, dafür ist kein Anhalt vorhanden.

Glimmerhornfels, Gipfel der Teta, letztes Stück des Aufstieges. Dicht, hart, flachmuschelig brechend, bräunlichschwarz. Mikroskopisch ausserordentlich feinkörnig. Bei gewöhnlicher Ver-

grösserung gewahrt man einen unregelmässigen Wechsel von lichten Stellen, welche scheinbar mit winzigen Erzkörnchen bestreut sind, und von braunen feinschuppigen Partien. Die lichten Stellen haben zuweilen annähernd rechteckige Gestalt. Die scheinbar opaken Körnchen werden bei stärkerer Vergrösserung als farblose bis gelbliche stark lichtbrechende Körnchen vom Aussehen des Rutils erkannt. Die braunen Partien sind reich an winzigen Schüppchen und Leistchen ganz frischen hellbraunen Glimmers. Das mikroskopische Bild zwischen + Nic. ähnelt dem eines Thonschiefers. In einer sehr feinkörnigen, adiagnostischen „Grundmasse" liegen zahlreiche runde Körner und Splitter von Quarz, vereinzelt verzwillingter Feldspath. Auffällig ist, dass viele der erwähnten glimmerfreien aber rutilhaltigen Stellen einheitlich polarisieren mit den Farben des Feldspathes und in der That aussehen wie neugebildete einschlussreiche skelettartige Feldspäthe.

Wie oben erwähnt, gleicht das Gestein makroskopisch und mikroskopisch manchen harzer Glimmerhornfelsen, welche kontaktmetamorphische paläozoische Schiefer darstellen. Wir haben es hier offenbar mit einem Gestein gleicher Entstehung zu thun.

Thonschiefer, phyllitähnlich (Halbphyllit), Geröllblock in der Goldwäsche im Rio Olivarez bei Manizáles. Dunkelblaugrau, dünnblätterig, mit feiner Runzelung nach verschiedenen Richtungen und weissen Glimmerblättchen auf den Schichtflächen. Rundliche Quarze, grössere häufig gestauchte und aufgefranzte Leisten von Muscovit und unregelmässig verteilte Häufchen von erdiger Kohle sind mikroskopisch die Hauptbestandteile. Die Quarze, nicht selten grössere Flüssigkeitseinschlüsse mit lebhafter Libelle enthaltend, stossen unmittelbar aneinander oder es schiebt sich zwischen sie als schmale Schicht eine feinkrystalline, wohl vorwiegend quarzige mit Glimmerflitterchen versehene Masse. Ausserordentlich zierlich ausgebildet und gut zu beobachten ist die feinzahnige Verbindung vieler Quarze, wie man solche häufig in den Taunusgesteinen, z. B. im Taunusquarzit von Ehlhalten bei Eppstein studieren kann. Ist zwischen den Körnern eine Füllschicht, so greifen die Elemente derselben ebenfalls zackig, buchtig in die Grenzen jener ein (siehe Taf. IV Fig. 5). Man erhält den Eindruck, als ob ein Weiterwachsen oder ein Einätzen an den Rändern der klastischen grösseren Quarzkörner stattgefunden habe. Sehr reich ist das Gestein an Thonschiefernädelchen in Form von Bündeln, moospolsterähnlichen oder wirrfaserigen Häufchen. Vereinzelte Fetzen braunen Glimmers, Turmalinkörner, auffallend frische gelbe Augittrümmer, grössere Rutile sind Dinge, denen man meist in älteren Thonschiefern begegnet. Nach dem Gesagten kann das Gestein als ein ursprüngliches Sediment aufgefasst werden, welches durch nachträgliche Krystallisationen und Neubildung von Bestandteilen phyllitähnlich wurde, ohne dass die ehemalige klastische Struktur ganz verschwand. Wahrscheinlich hat man sich unter dem ursprünglichen ein ähnliches Sedimentgestein zu denken wie das folgende, von der Ostseite der Cordillere stammende. — Eine gröbere grauwackenartige Partie in dem Halbphyllit scheint ein Gestein von demselben Ort zu sein. Neben vorwiegendem Quarz findet man hier einzelne grössere lamellierte Muscovitleisten, braune stark pleochroitische Glimmerfetzen, Turmalin, abgerollte Zirkonkrystalle. Manche Quarze sind ausserordentlich reich an grösseren gleichmässig verteilten Flüssigkeitseinschlüssen mit lebhaften Bläschen. Auffällig erscheint auch die oben beschriebene, hier allgemein vorhandene, zahnige Verwachsung, die huschende Auslöschung an manchen, die Zertrümmerung an anderen Quarzen.

Thonschiefer, jenseits der zweiten Überschreitung des Rio Bledo am Weg von Lérida nach Líbano. Rostgelb, weich. Gegenüber dem halb- und epikrystallinen Charakter des vorigen

Gesteines tritt hier die sedimentäre Natur u. d. M. noch unveränderter hervor. Die „feinschlammige“ Gesteinsmasse ist ärmer an grösseren Quarzen und Glimmerblättern, dagegen herrscht derselbe Reichtum an Rutilnädelchen, welche wie auch beim vorigen etwas kräftiger als die sogenannten Thonschiefernädelchen sind. Sie scheinen häufig an den Glimmer gebunden zu sein. Massenhaft vorhandene, einzeln verstreute oder zu Klümpchen gehäufte Hämatitkörnchen geben dem Schiefer die rostgelbe Farbe. Dieser Thonschiefer scheint derselbe zu sein wie HETTNERS[1]) Thonglimmerschiefer.

Schwarzer Thonschiefer, Geröll im Rio Olivarez bei Manizáles. Dünnschieferig, weich, matt ohne Glanz, schwach abfärbend. Im Präparat lässt die erdige Kohle nur an manchen Stellen die Gesteinsmasse durchblicken. Letztere ist mehr phyllitisch als schlammig sedimentär, indem sie bei feinem und gleichmässigem Korn ein krystallines Gemenge von runden und länglichen Quarzen, vielleicht auch Feldspäthen darstellt, denen noch wenige Glimmerflitterchen beigesellt sind. In der Verteilung der kohlenreichen und -armen bis -freien Stellen spricht sich eine schon mit blossem Auge am Schliff erkennbare Parallelstruktur aus.

Dunkler Thonschiefer aus der Goldwäsche von Quilichao. Schmutzig violettblau. Im Gegensatz zum vorigen Gestein tritt uns hier u. d. M. die normale Sedimentstruktur entgegen: feinschlammige, reichlich mit schwarzen Körnern untermengte Masse mit eingestreuten Quarz- und Feldspathsplitterchen. Durch Behandeln des Gesteinspulvers mit Salzsäure wird der dunkle Gemengteil ganz gelöst und giebt Eisenreaktion. Kohle ist also hier abwesend.

Kieselschiefer (Lydit), Geröll der Quebrada Overo zwischen Paila und Bugalagrande nahe einer kleinen Kapelle. Blauschwarz, von feinen und feinsten weissen Adern durchzogen. U. d. M. zeigt das Gestein dieselbe Zusammensetzung und Struktur wie der Kieselschiefer vom Cerro de San Francisco (S. 91). Das Korn ist ein wenig gröber, der Gehalt an schwarzfärbender Substanz geringer, Foraminiferen fehlen. Die winzigen schwarzen Flitterchen, welche man bei gewöhnlicher Vergrösserung für Kohle hält, erweisen sich bei stärkerer Vergrösserung als Thonschiefernädelchen, und es bleiben nur ganz vereinzelte schwarze Flöckchen, so dass man in Verlegenheit gerät, die dunkle Farbe des Gesteines zu erklären. Das Korn des ausheilenden Quarzes in den Spältchen ist um so feiner, je schmäler letztere. Bei den gröberen derselben kann man vorzüglich jene oben erwähnte zahnige und zackige Verbindung der Körner (S. 112) beobachten.

Quarzsandstein am Alto de las Cruces bei Cali anstehend, NS streichend, etwa 50° W einfallend. Feinkörnig, bräunlich gelblichgrau, mit undeutlichen Holzabdrücken, scheinbar geriefter Stamm. Besteht vorwiegend aus noch wenig abgerundeten Quarzkörnern und -splittern, welche in der Grösse nicht auffällig wechseln. Auch Feldspathkörner werden bemerkt. Die Körner liegen meist unmittelbar aneinander, hier und da schieben sich feinestkörnige und thonige Partien ein.

Junge Sedimente.

Andesitasche, aus einem Indianergrab in der Alluvialfläche von Líbano. Bis haselnussgrosse hellgelbe, erdige, zerreibliche Brocken, abfärbend, an der Zunge klebend, brausen nicht mit Säure. Wie die oben S. 65 beschriebene Asche von Leiva besteht diese aus winzigsten farb-

1) Litt. No. 108, S. 217.

losen Glasscherbchen und Bimssteinbröckchen. Von grösseren Mineralkörnern wurde nur brauner Glimmer in ganz geringer Menge bemerkt.

Fester Andesittuff, im Orte Naranjo anstehend. Gelblich, feinsandig, zerreiblich. Das Gestein dürfte durch Zusammenbacken von feinem ausgeworfenem Andesitsand entstanden sein. Bimsteinbröckchen wiegen bei weitem vor, seltener sind solche mit schokoladenbrauner mikrolithenarmer Glasgrundmasse, reichlicher dagegen grössere lose oder an Gesteinsbröckchen gebundene Mineralkörner und Krystalle, am meisten lichtgelber und -grüner monokliner Augit, dann Plagioklas, grünlichbraune Hornblende, wenig brauner Glimmer und Olivin. Von letzterem wurde ein tadelloser vollständiger Krystall bemerkt. Alle die genannten Mineralien sind vollkommen frisch und unzersetzt, Augit und Feldspath zeichnen sich durch ihre schönen braunen Glaseinschlüsse aus. Der Bimsstein ist mikroskopisch ziemlich grobblasig und dünnwandig. Seine Blasen werden an den Wandungen, die Gesteins- und Mineralbrocken randlich von einem zartgrünen, zwischen + Nic. Sphärolithstruktur zeigenden Mineral bekleidet, welches Chalcedon sein dürfte. Kleine Hohlräume im Gestein ausfüllende feinschlammige Massen bergen Nester von Melosira granulata, derselben Diatomee, welche zwischen Cartago und Naranjo ganze Schichten bildet (S. 103).

Fester Andesittuff, fast horizontale Schichten im Dorfe Teta. Sehr fein und gleichmässig gleich dem pflanzenführenden Tuff von Santa Ana (S. 38), hellgrau, klebt stark an der Zunge; mit gröberen sandigen Lagen, in denen Trümmer von Andesitmineralien und Andesitbrocken enthalten sind. Die Bimssteinbrocken zeigen u. d. M. die blasige und fadenförmige, fluidale und schlierenartige Struktur ausgezeichnet. Die fadenförmig ausgezogenen Stellen sind häufig stark gewellt, ja in liegende Falten gebracht. Bei dem rundblasigen dünnwandigen Bimsstein beobachtet man in der schärfsten und deutlichsten Weise ganz gleiche Formen, wie sie an dem vulkanischen Staub von Leiva (S. 66) beschrieben wurden. Man braucht sich nur diesen Bimsstein fein zerrieben zu denken, um dieselben merkwürdig geformten Glasscherbchen zu erhalten, ein Umstand, welcher gegen die etwaige Ansicht zu sprechen geeignet ist, derartige Gebilde entstünden nur infolge sehr rascher Erstarrung feinest zerstäubter flüssiger Lava. — Porphyrisch finden sich ausgeschieden unverzwillingter und gestreifter Feldspath, viel brauner Glimmer, wenig Hornblende. Der Feldspath ist nicht selten ebenfalls schaumig, rundblasig, skelettartig ausgebildet. Die langen schmalen Lamellen des Glimmers sind häufig gestaucht, gebogen, aufgefasert, und jede einzelne Lamelle zeigt für sich eine quer zur Längsausdehnung verlaufende feinste Riefung, als wäre sie in unendlich viele winzigste Fältchen gelegt. — Unter KÜCHS Schliffen befindet sich ein gleicher Andesitbimsstein vom Páramo de Ruiz. In diesem sind aber statt Glimmer als Einsprenglinge Augit und Hornblende vorhanden.

Schwarzer Sand aus der Goldwäsche im Rio Olivarez bei Manizáles. Das Korn ist recht gleichmässig und beträgt durchschnittlich 0,5 mm. Mit der Lupe erkennt man neben schwarzen Erzkörnern auch hellere grüne und gelbgrüne Säulen. Der Magnet zieht einen grossen Teil der opaken Körner aus. Dieselben sind vollständig in heisser Salzsäure löslich und gehören dem Magneteisen an. Der unmagnetische Rest besteht abermals aus schwarzen Erzkörnern und reichlich helleren Mineralien. Wenn man ihn mit konzentrierter Schwefelsäure einkocht, mit konzentrierter Salzsäure aufnimmt, die Lösung mit Zinnfolie versetzt, erhält man eine sehr kräftige Titansäurereaktion in Gestalt einer violetten Färbung. Danach dürften die unmagnetischen Erzkörner reines oder fast reines Titaneisen sein. Die helleren Mineralkörner können u. d. M. leicht als Augit, Hornblende,

Olivin, Feldspath und Quarz erkannt werden, denen sich einige Zirkonkrystalle zugesellen. Den grössten Anteil nimmt Augit, und zwar nach der geraden Auslöschung ein pleochroitischer rhombischer Augit, während die anderen, namentlich Feldspath und Quarz, letztere als leichtere meist ausgeschwemmte Mineralien nur eine untergeordnete Rolle spielen. Sie sind mehr in Bruchstücken und Splittern vorhanden, der Augit dagegen liegt in zierlichen, teilweise sehr gut ausgebildeten Säulen vor. Besonders interessant ist, dass derselbe auch in den Formen körperlich vorgeführt wird, welche einesteils durch Wachstumsbedingungen und durch die ehemalige korrodierende Umgebung, andererseits durch nachträgliche Zersetzung erzeugt wurden. Die Korrosionsnarben auf den Flächen der Prismenzone, die verkrüppelten Gestalten mit Spitzen und Zacken, welche nur an den Enden der Vertikalachse auftreten und zuweilen die regelmässige Form von Ätzhügeln annehmen, sind so, wie sie Küch auf S. 33, 130, 160 beschreibt und auf Taf. II, Fig. 1—4 abbildet, hier vortrefflich zu beobachten. Übrigens beweisen die Frische, die ausgezeichnet körperlich erkennbaren Glaseinschlüsse in den durchsichtigen Mineralien, ferner Anhängsel an den Erzkörnern die andesitische Herkunft des Sandes. Wahrscheinlich lieferte für dieselben nicht allein die mechanische Zerkleinerung und chemische Zersetzung fester Andesitgesteine das Material, sondern auch ausgeworfene Sande.

Junge Eruptivgesteine.

Pyroxenandesit, hornblendeführend, mächtiger in Säulen abgesonderter Lavastrom zwischen Manizáles und Frailes (= El Tesoro). Schwarz, hell gefleckt, mit zerstreuten bis 2 mm grossen Feldspäthen.

Pyroxenandesit, horblendeführend, grosse Blöcke im Rio alegrito nahe Santa Rosa de Cabal. Sattgrau kompakt, etwas plattig, mit kleinen (1 m) weissen Feldspathen und dunklen Säulen.

Pyroxenandesit, olivinhaltig, Geröll im Rio Otun südlich von Santa Rosa de Cabal. Schwarz, dicht, teilweise grau zersetzt, rauh. Mit zerstreuten kleinen ($1\frac{1}{2}$ m) Feldspathen; gelbe Olivinkörner erkennbar.

Diese Andesite weichen, vom Olivingehalt abgesehen, nicht wesentlich von dem durch Küch[1]) beschriebenen normalen Typus der Mesa nevada de Herveo und des Tolima ab. Die Grundmasse ist in allen ein glasgetränkter Mikrolithenfilz mit wechselndem Verhältnis zwischen Glas und Mikrolithen. In dem ersten und dritten aufgeführten Gestein besitzt das Glas braune Farbe, im zweiten ist es farblos. Das lichtbraune Glas des Andesites vom El Tesoro tritt mehr hervor, weil weniger Mikrolithen von Feldspath, Augit und Erz darin enthalten sind. Die porphyrischen, gut und scharf begrenzten Feldspäthe bergen überall viel braunes Glas. Schwarzumsäumte Hornblende fehlt nur in dem Gestein aus dem Rio Otun; in dem aus dem Rio alegrito ist der meiste Amphibol in Magnetitpseudomorphosen verwandelt. Hier überwiegen auch die porphyrischen Augite gegenüber dem Feldspath.

Der olivinhaltige Andesit aus dem Rio Otun hat grosse Ähnlichkeit mit dem von Küch auf S. 94/5 beschriebenen Gestein vom Lavastrom zwischen Cueva de Nieto und der Olleta. Beiden ist die dunkle an Feldspath- und Augitmikrolithen reiche, fluidal struierte Glasgrundmasse gemeinsam. Der wesentlichste Unterschied besteht in dem Olivingehalt des Andesites aus dem Rio

1) Litt. No. 104, S. 93—99.

Otun. Da letzterer von der Mesa nevada de Herveo kommt, ist die Herkunft unseres Gesteines von dem genannten Lavastrom nicht unwahrscheinlich.

Basaltähnlicher Pyroxenandesit, glas- und olivinreich, Geröll im Rio Otun. Schwarze harte, hornsteinartige Grundmasse mit weissen und gelblichen Feldspäthen (bis 3 mm) und Olivin. Dieser Andesit gleicht, von ganz unwesentlichen kleinen Abweichungen in Bezug auf Korngrösse, Olivin- und Hornblendegehalt abgesehen, vollständig einem unter den Schliffen Küchs befindlichen „olivinhaltigen Amphibol-Pyroxenandesit“, Geröll aus dem Rio Magdalena bei Garcera.

In dem schön braunen, stark hervortretenden Grundmassenglas unseres Gesteines liegen kleine verzwillingte Feldspathleisten, rundliche lichtgrüne Augit- und schwarze Erzkörner. Der porphyrische Plagioklas ist ausserordentlich klar. Glas beherbergt er in grosser Menge und verschiedener Form, als dunkelbraune grössere Fetzen ohne und mit Mikrolithen und mit anhängenden Mineralien, als dichtes Netzwerk meist an den Rändern der Krystalle, endlich farblos oder lichtbraun als äusserst zierliche, mit Bläschen versehene kleinere Einschlüsse, welche ähnlich den Flüssigkeitseinschlüssen scharen- oder zugweise angeordnet sind. Auch die an Menge etwas zurücktretenden Augiteinsprenglinge zeigen Glaseinschlüsse mit Bläschen, Erzkörner und Einbuchtungen der Glasgrundmasse. Frei von diesen Dingen sind die Olivine, dafür enthalten sie zierliche dunkelbraune Oktaeder von Picotit. In keiner der nicht reichlich vorhandenen Magnetitpseudomorphosen sind noch Hornblendereste vorhanden.

Das Gestein von Garcera ist bedeutend ärmer an Olivin, reicher an Magnetitpseudomorphosen, welche häufig noch braune Hornblende enthalten. Sonst stimmen sie in auffälliger Weise bis auf Kleinigkeiten überein. So werden die porphyrischen Krystalle des Gesteines aus dem Rio Otun, besonders die Feldspäthe, von ganz unregelmässigen Sprüngen durchsetzt, welche mit einer lebhaft polarisierenden Substanz ausgeheilt sind und die sich oft noch weit in die Grundmasse fortsetzen. Genau die gleiche Erscheinung, nicht ganz so stark entwickelt, wiederholt sich im Andesit von Garcera.

Für sich allein würde man das Gestein aus dem Rio Otun den Basalten zuweisen, wenn nicht gewisse Anklänge an Andesite und der Zusammenhang mit dem mehr zu den Andesiten neigenden Gestein von Garcera die geologische Zugehörigkeit zu den Andesiten so gut wie sicher machte. Immerhin ist es ein interessantes Übergangsglied zwischen den beiden Gesteinsgruppen.

Amphibolandesit, Geröll bei Mondamo südlich von Quilichao. Weiss, feinkörnig, scheinbar zersetzt, ähnelt sehr einem Andesittuff. U. d. M. erweist er sich noch als verhältnismässig frisch. Die helle Grundmasse ist ein sehr feiner glasgetränkter Mikrolithenfilz. Während die braune porphyrische Hornblende durchaus frische Beschaffenheit zeigt, ist der Feldspath schon stark opalisiert.

Biotit-Amphiboldacit nahe dem Gipfel der Teta. Hellbräunlich mit weissen Streifen, scheinbar feinkörnig. Mit blossem Auge bemerkt man nur einzelne dunkle Krystalle. Das Handstück hat eine angeschmolzene Kante und Fläche, was als Blitzschmelze bezeichnet ist. U. d. M. ist die Grundmasse lichtbräunlich, erzfrei, ohne Mikrolithen und besteht zum grössten Teil aus feinstem faserigen Mikrofelsit, der undeutlich sphärolithisch und fleckig matt polarisiert. Die porphyrischen Feldspäthe und Quarze zeigen die für Dacite charakteristischen perlitischen Sprünge und Splitterformen, die kleinen Quarze haben ausgezeichnet runddihexaedrische Formen. Erzumrandete Hornblenden und Biotite sind vielfach schon zersetzt, ebenso die Erzränder und Magnetitpseudo-

morphosen in Brauneisen umgewandelt. Braungekörnelter Apatit mag wegen späterer Erörterungen noch besonders angeführt werden.

Obsidiansplitter (piedra del rayo) von Ensolvado. Glasig, durchsichtig, hellrauchgrau.

Eine Probe ist gleichmässig glasig, stellenweise von Blasen durchschwärmt und stellt mikroskopisch ein farbloses, hier und da körnig erscheinendes, aber isotropes Glas dar, in welchem keinerlei Mikrolithen und Ausscheidungen bemerkt werden. Ein zweiter Splitter ist scharf enfernt dunkelstreifig. Die Streifen werden durch mikroskopische Ausscheidungen hervorgebracht, welche in allen Einzelheiten so vollständig mit denen im Obsidian vom Rio Quilcasé (Küch, S. 117/8) übereinstimmen, dass von einer Beschreibung abgesehen werden kann.

Für einen vollständig **verkieselten Andesit** kann man ein quarzitähnliches weisses, als „Quellabsatz(?)" bezeichnetes Gestein von Termales halten. U. d. M. zwischen + Nic. ergiebt sich, dass es ganz aus sehr feinkörnigem buchtigem Quarz mit gröberen Stellen besteht. Massenhaft ausgestreute dunkle, bei gewöhnlicher Vergrösserung wie Erz aussehende Körnchen und Häufchen derselben erweisen sich bei stärkerer Vergrösserung als durchsichtige, gelblich schimmernde, stark lichtbrechende runde Körner von unbekannter Natur. Helle, von diesen Dingen freie Stellen im Präparat besitzen scharf rechteckige Gestalt und stellen zweifellos Pseudomorphosen nach porphyrischem Feldspath dar.

Analysen von Waschgold aus Colombia. Die bisher noch nicht veröffentlichten Goldanalysen sind vor Jahren von Herrn Professor Dr. Kollbeck in Freiberg in Sachsen ausgeführt und dem Verfasser in freundlichster Weise zur Verfügung gestellt worden. Aus den, verschiedene Mineralien enthaltenden Sandproben wurde das Gold ausgelesen und darin geringe Mengen von Kupfer und Eisen qualitativ, Gold und Silber quantitativ bestimmt.

	Au	Ag
San Antonio bei Quilichao	80,43	17,89
Olivarez	83,33	13,56
Cerro rico bei Buga	89,00	9,43
Patía	77,53	20,89
Quebrada Esperanza bei Bolívar . .	84,84	13,63
Ensolvado	71,13	24,09
Jambaló	72,29	24,42
Bilachi bei Quilichao	87,98	11,03
Toribío	83,49	14,79

IX. Von Popayan nach dem Huila.

Litteraturverzeichnis: No. 9, 9a, 90, 104.

Der Weg von Popayan (1741 m) nach dem Huila führt zunächst in fast nördlicher Richtung über den Rio Piendamó nach Silvia (2536 m), über den Peñon de Pitayó nach Pitayó (2828 m) und Jambaló, nach der Horqueta de San Francisco (2419 m), nach Toribío (1632 m) und endlich nach Tacujó (1750 m) im Palothale, in letzterem östlich und südöstlich aufwärts nach dem Cerro (2784 m) und Páramo de Santo Domingo (Höhe des Weges 3827 m), nach dem Gipfel zwischen den beiden Armen des Rio Páez (4317 m, Zusammenfluss der Páezarme 3231 m) und nach dem Huila (höchster schneefreier Punkt 4481 m).

Geologie. Wir befinden uns in einem archäischen, vielleicht auch paläozoischen Gebiete. **Krystalline Schiefer** und **ältere Eruptivgesteine** nehmen, von den vulkanischen Gesteinen abgesehen, an der Zusammensetzung desselben teil. Besonderes Interesse bieten **dynamometamorphe Erscheinungen,** welche deutlich bekunden, dass Gebirgsdruck im Huilagebiet eine grosse Rolle gespielt hat. Gesteine, welche im Thale des Rio Palo anstehen und dort weit verbreitet sind, gleichen äusserlich ganz normalen Gneissen. Ihre mikroskopische Struktur (siehe unten) dagegen zeigt, dass durch Druck erzeugte gneissartige Schiefer vorliegen. Ähnliche Verhältnisse kehren an Geröllen der Umgebung der Goldmine von Toribío wieder. Zum Unterschied hiervon bekundet ein langflaseriges gneissartiges Gestein, welches in den vom Páramo de Santo Domingo herabkommenden und auf der rechten Seite in den Rio Páez mündenden Quebradas (etwa 3500 m) Verbreitung hat, schon makroskopisch den druckschieferigen Charakter. Das Gleiche gilt von einer Reihe von Gesteinen, welche sich am Aufstieg aus dem zweiten Thal des Rio Páez zum Huila und im oberen Páezthale finden und nach dem Begleitzettel die nichtvulkanische Unterlage des Huila bilden. Zum Teil lassen sie die ehemalige Granit- und Porphyrnatur noch gut erkennen, zum anderen Teil haben sie porphyroidähnliche Beschaffenheit und bereiten einer sicheren Deutung Schwierigkeiten.

Die Herkunft des einzigen Glimmerschiefers, eines durch Kohle dunkel gefärbten Kalkglimmerschiefers, ist unsicher, er wurde auf der im vorigen Abschnitt VIII geschilderten Reise in Quilichao als Geschenk erhalten und soll bei

Toribío „am Fuss des Huila“ anstehen, eine Angabe, deren Wahrscheinlichkeit oder Richtigkeit durch das Vorkommen glimmerig glänzender Phyllite in diesem Gebiet bestätigt werden dürfte. Solche, Glimmerschiefern verwandte Phyllite stehen oberhalb der Hacienda El Salado zwischen San Francisco und Toribío, ebenso auf eine kurze Strecke oberhalb Pitayó an und ein gleiches Gestein ist als Geröll im Rio Palo oberhalb Tacuejó gefunden worden.

Auch Einlagerungen in den Hauptgesteinen der archäischen Gruppe fehlen nicht. Als solche sind anzusehen ein chloritischer Hornblendeschiefer Geröll im Rio Palo oberhalb Tacuejó, ein Grünschiefer (Chloritepidotschiefer) von der Hacienda El Salado, in welchem Erzgänge auftreten, endlich das merkwürdige goldführende Gestein von der Mine von Toribío.

Man könnte nach dem Gesagten annehmen, dass auf den etwa die mittleren höchsten Teile der Cordillere einnehmenden Gneiss eine von Norden nach Süden verlaufende, der Cordillere parallele Zone von Glimmerschiefer und Phyllit folge und dass die krystallinen Gesteine nach oben wie anderwärts in die Sedimente der paläozoischen Gruppe übergehen; denn ein schwarzer Thonschiefer steht bei der Subida de Machai bei Silvia an.

Von den **älteren Eruptivgesteinen** ist normaler Glimmergranit nicht vorhanden. Ein Aplit steht im ersten Thal des Rio Páez in der Fortsetzung des Gebirges von Santo Domingo etwa 3600 m hoch an. Dagegen sind, wie auf der Ostseite der Cordillere, körnige Hornblendegesteine (siehe S. 74) reichlicher vertreten. Gesteine, welche auf der Grenze zwischen Hornblendegranit und Quarzdiorit stehen, wurden als Geröll im Rio Palo oberhalb Tacuejó und in einer Quebrada, welche auf dem rechten Ufer in den Rio Páez mündet, etwa 3000 m hoch gefunden. Beide Vorkommnisse haben infolge der verhältnismässigen Armut an dunklen Mineralien mehr granitisches Aussehen, das letztgenannte zeichnet sich durch Glimmer- und Augitgehalt aus. Das Geröll aus der erwähnten Quebrada ist auffällig wohl gerundet, ellipsoidisch und mit einer rostigen Oberfläche versehen, welche an allen Blöcken dieser Quebrada zu bemerken war. Sie rührt von dem Eisengehalt der Wässer her, an einigen Stellen des Weges wurden eisenhaltige Quellen angetroffen. Ebenfalls aus dem Rio Palo stammt ein normaler Quarzdiorit.

Ein felsitfelsähnlicher schwarzer, mit gelber Verwitterungsrinde versehener Porphyr findet sich in der Nachbarschaft des erwähnten Thonschiefers bei der Subida de Machai am Weg von Silvia nach Pitayó. Er gleicht vollständig Porphyren des Sotarágebietes und scheint ein nördlicher Vorposten der Porphyreruptionen des

letzteren zu bilden. Blöcke eines äusserlich merkwürdigen Hornblendeporphyrites finden sich im Rio de San Francisco bei Toribío.

Von den nachzutragenden **jungen Eruptivgesteinen** mögen nur folgende hervorgehoben werden:

In den Schichten zersetzter Gesteine, auf denen Silvia liegt (2600 m), fand sich auch genau derselbe mikrosphärolithische Dacit, den wir von San Agustin (S. 95) kennen gelernt haben. — Ein sehr olivinreicher, in seiner Zusammensetzung basaltähnlicher Andesit bildet östlich von Silvia auf der linken Seite des Flusses eine stromartige, 500 Fuss hohe Felsmasse, welche z. T. säulenförmig abgesondert ist. Das Gestein stellt eine Zwischenstufe zwischen dem Feldspathbasalt von Silvia (siehe Küch S. 105/6) und normalem Pyroxenandesit dar.

Erzvorkommnisse. Die Flüsse der Gegend von Toribío, besonders der Rio Isabelillo, führen **Gold.** Der genannte Fluss hat seinen Ursprung in den quarzreichen Gesteinen des Páramo de Moras. Goldminen sind darin nicht bekannt. Weiter unten durchschneidet der Fluss Glimmer- und Thonschiefer von sehr verschiedener Beschaffenheit und Farbe. Es ist gelungen, Gold in diesen Schiefern nachzuweisen, doch findet sich dasselbe nie in Quarzgängen oder -adern, sondern in den roten eisenreichen Partien des Schiefers selbst. Teils ist das Gold gediegen, teils mit Pyrit verbunden in dem Material enthalten gewesen, welches den Schiefer bildete. In gewissen Schichten tritt das Gold auch reicher in den unteren Teilen auf als in den oberen. Bei Toribío findet sich, wie bei Pitayó, Kalkstein in dem Schiefer eingelagert.

Über die **Erze** von Toribío kann folgendes hinzugefügt werden:

Zwischen San Francisco und Toribio liegt eine Hacienda, welche El Salado genannt wird. Sie gehörte 1868 einem Deutschen, Herrn Bohner. Eine Stunde von dieser Hacienda auf der rechten Seite des Flusses und etwa 200 m höher findet sich eine alte Mine, wahrscheinlich Silbermine. Die Gänge derselben treten in einem zwischen Glimmer- und Thonschiefer stehenden Gesteine auf; sie liegen parallel der Schieferung, verzweigen sich aber in verschiedene Lagen des fast aufrecht stehenden Schiefergesteines. Die erzführenden Lagen bestehen aus Quarz und silberglänzendem Glimmer, mit welchem die Erze zusammen vorkommen. Auch die Gänge besitzen eine schieferartige Struktur. Die Erze sind dichtes Fahlerz, Kupferglanz und Kupferkies. Für den Abbau hat man einen 40 Fuss tiefen Schacht abgetäuft,

der gegenwärtig (1868) mit Wasser angefüllt ist, und in anderer Richtung hat man die sich im Schiefer verzweigenden Gänge verfolgt. Ob die Spanier oder vor ihnen schon die Indianer diesen Bau betrieben haben, lässt sich nicht entscheiden, vielleicht waren es die ersteren.

Petrographische Bemerkungen.

(STÜBELsche Sammlung No. 346—402.)

Krystalline Schiefer, druckschiefrige Gesteine und ältere Sedimentgesteine.

Biotitgneiss (No. 347/8), im Thale des Rio Palo anstehend und dort weit verbeitet. Das Gestein gleicht äusserlich einem normalen Gneiss. Es ist sehr feinkörnig, hellgrau und gelblich gefärbt. Der dunkle Glimmer findet sich nicht in einzelnen Täfelchen gleichmässig verteilt, sondern in winzigen Blättchen zu tiefschwarzen glänzenden Flecken angehäuft. Während eine Probe im Handstück die Schieferung weniger deutlich zeigt, ist eine zweite dünnschieferig und glimmerreich, die Glimmerflecke bedecken fast die ganze Schichtfläche. Am Schliff bemerkt man schon mit blossem Auge eine gestreckt und wellig flaserige, anderwärts eine verworren flaserige bis unregelmässig fleckige Struktur, welche durch den Wechsel von wasserhellen und trüben weissen sich auskeilenden Lagen erzeugt wird. Regellos schieben sich schmale schwarze Glimmerlinien ein und die erwähnten dunklen Glimmerflecke bedecken zuweilen den grösseren Teil des Präparates.[1]) Die klaren Lagen bestehen aus reinem Quarz, in den nur hier und da die Mineralien der trüben Lagen in aufgelöstem lockerem Zuge hineinschwärmen. Diese Quarzpartien zeigen stets Aggregatpolarisation und sehen teils wie Trümmerquarz (zuweilen mit geringer huschender Auslöschung) teils wie neugebildeter „Gangquarz" aus. Die weissen trüben Lagen und Flecke haben sehr verschiedene Zusammensetzung. Vielerorts sind es fein- und buchtigkörnige Quarzaggregate, welche mehr oder weniger dicht von hellen klaren, meist krystallographisch scharf begrenzten Epidotsäulchen und tief bräunlichgrünen vollständig frischen Glimmerblättern und -fetzen zugartig durchschwärmt werden. Zuweilen bestehen solche Stellen auch allein aus eng aneinander gelagerten Epidotkörnern, zwischen welchen nur hie und da Quarz durchschaut. Stellen, welche dagegen arm oder frei von Epidot und Glimmer sind, erweisen sich zwischen + Nic. als grössere unverzwillingte oder wenig gestreifte Feldspäthe. Sie haben ganz unregelmässige skelettartige Gestalt, lösen sich randlich in das feinkörnige Quarzaggregat auf, gehen in dasselbe über oder letzteres frisst sich, wie man zu sagen versucht ist, gewissermassen in die Feldspäthe ein. Häufig sind solche Feldspäthe reichlich von Muskovitleistchen erfüllt oder von kleinen runden Quarzkörnern durchwachsen und man kann von diesem Zustand alle Übergänge bis zu vollständiger Auflösung des Feldspathes in das feinkörnige Aggregat beobachten, welches hie und da noch rechteckige Feldspathformen erkennen lässt, namentlich dann, wenn es epidotreich ist.

1) Es empfiehlt sich, bei Gesteinen wie bei diesem und dem folgenden neben den dünnsten Präparaten, welche jetzt die mechanischen Werkstätten herstellen, auch dickere zu benutzen, weil bei den ersteren die zu beschreibenden Erscheinungen, die Struktur u. s. w. undeutlich werden.

Die makroskopisch sichtbaren dunklen Glimmerflecke bestehen vorwiegend aus dem oben kurz gekennzeichneten Glimmer, derselbe ist mit Quarz, wenig grösseren Muskovitleisten und viel Epidot gemengt, letzterer tritt aber hier in Zügen kleiner runder Körner auf; auch kräftige Zirkonkrystalle wurden bemerkt. Die eben geschilderte und auf Taf. I Fig. 4—6 dargestellte Struktur und Zusammensetzung entspricht nun durchaus nicht derjenigen normaler Gneisse. Wir haben es vielmehr mit einem metamorphen Gestein zu thun und zwar ergeben schon die erwähnten Verhältnisse für sich, auch wenn nicht die folgenden Gesteine deutlicher auf Gebirgsdruck hinwiesen, als Art der Umwandlung die Druckschieferung. Das ursprüngliche Gestein hat man sich als gröberkörnig und, wie die grösseren Feldspathreste und die Trümmerquarze ergeben, aus Quarz, Feldspath und dunklen Mineralien bestehend zu denken. Ein Vergleich mit den mehr mechanischen Druckerzeugnissen anderer Gesteine lässt für obigen „Gneiss" Bedingungen während des Druckes annehmen, welche den Druck vorwiegend in chemische Veränderungen umsetzten und nicht in mechanische Zertrümmerung auslösten. Und solche Bedingungen sind Eingeschlossensein des gedrückten Gesteines nach allen Seiten (tiefere Lage), infolgedessen auch höhere Temperatur und stärkere chemische Thätigkeit. Die so erzeugten Veränderungen erstrecken sich auf die Struktur und auf die mineralische Zusammensetzung. Die ehemals gröber- und gleichmässigkörnige Struktur macht einer sehr feinkörnigen und lagenartigen Struktur Platz, aber unter Vermeidung eigentlicher oder ausgeprägter Trümmererscheinungen, und die Feldspäthe werden unter Mitwirkung der Substanzen der dunklen Mineralien in feinkörnige Aggregate von Quarz, Epidot, Muskovit und Biotit umgewandelt. Die ehemaligen Grenzen der ursprünglichen grösseren Feldspath- und Quarzkörner sind teilweise in dem weniger schieferigen Gestein (No. 247) noch erhalten.

Ganz ähnliche Verhältnisse beschreibt und stellt bildlich VAN HISE [1]) an Graniten und Gneissen vom Marengo river in Wisconsin dar. In derselben Weise deutet er die Beobachtungen als eine Umwandlung eines gröberen Feldspathgesteines in ein feinkrystallines gneissartiges Quarz-Biotitgestein.

Gneissartiges, druckschieferiges Gestein (No. 353), in den Quebradas verbreitet, welche vom Páramo de Santo Domingo herabkommen und auf der rechten Seite in den Rio Páez münden, 3500 m. Hellgrünlich graue Gesamtfarbe, gestreckt flaserig. 5 mm breite helle sehr feinkörnige, sich auskeilende Lagen werden durch schmale schmutzig grüne Strähne getrennt. Das Gestein zeigt makroskopisch ohne weiteres, dass seine Struktur durch Druck erzeugt wurde, und gleicht Typen, wie solche in dynamometamorphen Granitgebieten häufig vorkommen.

Ebenso wie beim vorigen Gneiss erkennt man am Präparat mit blossem Auge den Wechsel von klaren und trüben Strähnen und die mikroskopischen Verhältnisse haben grosse Ähnlichkeit mit denen des angezogenen Gesteines, aber mit dem durchgreifenden Unterschied, dass hier die mechanische Zertrümmerung im Vordergrund steht, die chemischen Veränderungen geringer und die Neubildungen viel kleiner sind. Das gröbere Quarzaggregat der klaren Lagen macht fast durchgehends den Eindruck von Trümmerquarz, zuweilen vorhandene Verunreinigungen, besonders verhältnismässig grosse und zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse mit grosser stehender Blase dürften als ursprüngliche Einlagerungen anzusehen sein. In den trüben Partien des Schliffes erkennt man unschwer grössere Feldspäthe, welche massenhaft mit feinsten körnigen Substanzen erfüllt und meist in mehrere auseinander gerissene, gegeneinander verschobene, durch Quarz verkittete Teile zerdrückt sind. (Siehe

1) R. D. IRVING and C. R. VAN HISE, The Phenokee iron-bearing series of Michigan and Wisconsin Monographs U. St. geol. survey XIX, 1892, 107, Taf. XIV Fig. 2. Washington.

Taf. III Fig. 1.) Neubildungen und Umwandlungsprodukten begegnet man seltener und dann in viel kleinerem Massstabe. Verhältnismässig selten tritt Epidot auf, Biotit wurde garnicht beobachtet, dagegen ist sericitartiger Glimmer und Chlorit in kleinen Blättchen häufiger. Eine schrittweise Auflösung des Feldspathes in ein feinkörniges mit Sericitschüppchen untermengtes Quarzaggregat kann man hier in gleicher Weise beobachten. Der ursprüngliche dunkle Gemengteil ist der Form nach noch gut erhalten, stofflich allerdings vollständig in Viridit, Chlorit und braunwolkige Substanz umgewandelt, welche sich bei stärkerer Vergrösserung in dichte Haufen stark lichtbrechender winzigster Körnchen von gelblicher Farbe auflöst. Die durch den Druck häufig gestörte gestauchte Lamellierung verrät den Biotit.

Dynamometamorphe Gesteine (No. 356/7) aus dem oberen Páezthal und vom Aufstieg aus dem zweiten Thal des Rio Páez zum Huila; sie bilden den nicht vulkanischen **Untergrund des Huilakegels.**

Äusserlich kann man unter den zur Verfügung stehenden Proben dreierlei Dinge unterscheiden:

1) einen kleinkörnigen Granit;
2) ein unbestimmtes porphyroidähnliches Gestein;
3) ein grünes porphyrähnliches Gestein. An einem Handstück ist 3 mit 1 verwachsen.

Alle drei Arten lassen ein kundiges Auge, wenn auch nicht so deutlich wie die beiden vorhergehenden Gesteine, den Einfluss von Druck erkennen, aber es fehlt ihnen die bei jenen geschilderte regelmässige schieferige Struktur.

1) **Biotitgranit,** äusserlich ein reichlich vorhandenes dunkles Mineral, weisser Feldspath, wenig Quarz sichtbar. Die Grenzen der Körner sind in der charakteristischen Weise verschwommen. Am Präparat erkennt man mit blossem Auge den früher erwähnten Wechsel von klaren und trüben Bestandteilen, ihre Anordnung lässt aber, obgleich schon durch Druck gestört, die richtungslos körnige Struktur der Granite noch deutlich wahrnehmen. Die ursprünglichen Gemengteile sind Quarz, Feldspath und Biotit. Der Quarz ist in gröberkörnige Aggregate zerdrückt und zeigt vielfach huschende Auslöschung. Der Feldspath, Orthoklas wie Plagioklas, liegt hier und da noch unverändert vor, meist aber trägt er die Wirkungen mechanischer und chemischer Veränderungen an sich. Die ersteren beginnen mit einem unbestimmt fleckigen, verschwommen aggregatähnlichen Polarisieren und erzeugen als auffälligste Erscheinung Pseudomikroklin- und Pseudoviellingsstruktur, welche leicht von der ursprünglichen Ausbildung unterschieden werden kann. Danach zerfällt ein grösserer Feldspathdurchschnitt zwischen + Nic. in mehrere übereinander stehende, oft ineinander geschobene Reihen von Lamellen, denen aber die scharfe Form und Begrenzung und die strenge Parallelität der primären Viellingsverwachsung abgeht (Taf. III, Fig. 5). Die chemischen Veränderungen haben den Feldspath teilweise oder ganz durch Muskovit, Epidot, hie und da auch in der früher beschriebenen Weise durch feinkörnigen Quarz ersetzt. Besonders reichlich ist Epidot vorhanden, er bildet „geschwollene“ Pseudomorphosen nach dem ursprünglichen Mineral. Der dunkle Glimmer ist in seiner Form noch recht gut erhalten, aber gelbgrün und gelb ausgebleicht und zum Teil in Chlorit und Epidot zersetzt. An seinen Leisten tritt deutlich die Neigung hervor, sich in Drucklinien bezw. -flächen anzuordnen.

2) **Porphyroidähnliche Gesteine.** Grünlichgrau, unbestimmt hell und dunkel gefleckt, stellenweise reich an gelbem Epidot, hart, im Handstück massig bis undeutlich dickschieferig erscheinend. Mit blossem Auge kann man die Gemengteile nicht erkennen. Dem Äusseren nach können diese Gesteine am ehesten mit den sogenannten Porphyroiden der Umgegend von Greiz (Quirlebachthal u. s. w.) verglichen werden; mit ihnen haben sie das unbestimmte „rätselhafte" Aussehen gemein. Derartige Dinge bereiteten früher, als man mit den Druckerzeugnissen noch nicht so vertraut war, der Bestimmung grosse Schwierigkeiten. So haben die Gesteine von Greiz im Laufe der Zeiten verschiedene Deutung erfahren. NAUMANN nannte sie Porphyre. Auf der preussischen Spezialkarte wurden sie als anormale untercambrische Sedimente eingetragen und als Porphyroide bezeichnet, bis sich endlich durch mikroskopische Untersuchung herausstellte, dass dieselben durch Gebirgsdruck veränderte Granitporphyre sind.[1]) Gegenwärtig weiss man zur Genüge, dass die verschiedensten Gesteine durch Druck zu derartigen „Porphyroiden" umgewandelt werden können.

So sehr zunächst das mikroskopische Bild unserer Porphyroide vom Huila in Bezug auf Unbestimmtheit und Regellosigkeit der makroskopischen Beschaffenheit zu entsprechen scheint, so entdeckt man doch bald in der mikroskopischen Struktur und mineralischen Zusammensetzung eine auffallende Ähnlichkeit mit dem Gneiss aus dem Palothale (No. 348, S. 121). Indem auf die dort gemachten Ausführungen verwiesen wird, mögen hier die Erscheinungen nur kurz geschildert werden. Das Muttergestein der „Porphyroide" ist ein quarzärmeres, hornblende- und titanithaltiges Gestein gewesen, wahrscheinlich ein Quarzdiorit oder ein demselben nahestehender Hornblendegranit (siehe unten die Gesteine aus dem Páez- und Palothale). Hornblende und Titanit sind vielfach noch erhalten. Der Amphibol zeigt grüne Farbe, uralitartige Beschaffenheit, ist zuweilen reich an Erzkörnern, auffallend stengelig, besteht aus einzelnen Nadeln und löst sich in solche auf. Die Druckwirkungen kann man deutlich an ihm verfolgen. Die Säulen sind gestaucht, zerbrochen, die einzelnen Stücke von einander getrennt und, ähnlich wie anderwärts der Biotit, in Drucklinien hineingezwängt. Ganz ähnliche Erscheinungen zeigt der graue Titanit. Die grossen Körner desselben wurden vielfach zertrümmert oder schweifartig ausgezogen. Auch Biotit ist vorhanden, er unterlag aber meistens der Umwandlung in Chlorit und Epidot und unterscheidet sich so scharf von den neugebildeten, durchaus frischen braunen, viel kleineren Glimmerblättchen. Der Feldspath hat die gleichen Umwandlungen erlitten wie im Gneiss aus dem Palothale. Dieselben feinkörnigen Quarzaggregate, welche von den kleinen Glimmerblättchen (hier aber bedeutend kleiner) durchschwärmt werden, die gleichen Stufen in der Veränderung des Feldspathes treten uns entgegen. Ganz ausgezeichnet kann man die ehemals zu einem Individuum gehörenden, optisch gleich orientierten, in dem feinkörnigen Aggregat schwimmenden Feldspathreste beobachten. Wie schon erwähnt, fehlt hier die Regelmässigkeit der Struktur, obwohl an vielen Stellen eine schlieren- oder striemenartige, durch den ganzen Schliff ungefähr gleich gerichtete Anordnung vorhanden ist. Auch die Quarzarmut verschuldet den Mangel der früher erwähnten flaserigen Struktur. Der Quarz bildet hier runde kleine Partien, enthält viel grössere ursprüngliche Flüssigkeitseinschlüsse und ist natürlich überall zerdrückt.

Verhältnismässig reich ist das Gestein an Erz. Die grösseren Körner haben meistens einen breiten Titanithof, kleine Erzkörner mit scharfem quadratischem Querschnitt findet man locker angehäuft oder in Zügen in den feinkörnigen Aggregaten, welche dann arm an Glimmer sind. Der Epidot begleitet zum Unterschied von dem Palogestein weniger den neugebildeten Glimmer als vielmehr den

1) Erläut. z. preuss. geol. Spezialkarte. **71**, 24, S. 15—22.

Titanit, die Hornblende, den primären Biotit und die Quetschlinien. Grosse Epidotkörner müssen ebenso wie zerstreute schlanke Hornblendenadeln natürlich als Umwandlungsprodukte angesehen werden.

3) **Porphyr**, mit No. 1 an einem Handstück verbunden; die Grenze zwischen beiden ist scharf. Wahrscheinlich tritt dieser Porphyr gangförmig in No. 1 auf. In einer massigen grünen dichten Grundmasse sind bis 4 mm grosse weisse Körner erkennbar. U. d. M. ist die Porphyrstruktur noch deutlich erhalten. Die Grundmasse zeigt ausserordentlich wechselnde Beschaffenheit. Braunwolkige dichte Stellen, lichtere sehr fein- und ungleichmässig körnig polarisierende Partien, von Kalk und Viridit erfüllte, ferner muskovitreiche parallel struierte Partien wechseln regellos miteinander. Die porphyrischen Einsprenglinge heben sich scharf ab und haben ihre Form noch gut und scharf bewahrt, selten aber ihre Einheitlichkeit. Hier und da erblickt man noch einen einheitlich polarisierenden Orthoklas- oder gestreiften Plagioklaskrystall. Meist sind sie ebenso wie der Quarz in gröber- und feinerkörnige Aggregate zerdrückt und in denselben hat sich Muskovit seltener Hornblende angesiedelt. Dabei kann häufig eine stengelige Form der Trümmer, eine parallele Lagerung derselben und der Neubildungen beobachtet werden, deren Richtung den benachbarten ebenfalls parallel struierten Grundmassenschlieren entspricht. Aus dem Gesagten geht deutlich die dynamometamorphe Natur des Gesteines hervor.

Kalkglimmerschiefer, soll bei Toribío „am Fuss des Huila" anstehen, in Quilichao erhaltenes Geschenk. Dunkelblaugrau, feinkörnig schuppigschiefrig, die Schichtflächen sind mit silberglänzenden Muskovitblättchen bedeckt. Mikroskopisch gleichförmiges Gemenge rundlicher, auch unregelmässig gestalteter Körner von Quarz und reinem Kalkspath. Den letzteren durchspiessen farblose lange Muskovitleisten. Lockere Häufchen und Streifen von Kohlenstaub sind nur spärlich eingestreut, ebenso Pyritkörnchen.

Glimmeriger Phyllit, Geröll im Rio Palo oberhalb Tacuejó (No. 349), auch oberhalb Pitayó auf einer kurzen Strecke anstehend (No. 390). Silberfarbig, glänzend, welligschieferig, gerunzelt, quarzitisch gebändert. Auf den Schichtflächen sind kleine schwarze Körnchen erkennbar. Das Mikroskop zeigt lagenartige bis langflaserige Struktur, ziemlich grobes Korn und als Gemengteile Quarz, Muskovit, Chlorit. Helle Lagen bestehen aus Quarzkörnern mit recht regelmässigem vieleckigem Querschnitt, trübe Streifen und Strähne aus dicht an einander gedrängten langen geraden oder wellig gebogenen Muskovitleisten, denen sich, meist kurzfaserig und quer zu den Strähnen gestellt, Chlorit beimengt. Die oben erwähnten makroskopisch erkennbaren Körner sind grössere „porphyrisch" eingesprengte Quarze, welche ganz oder mit Freilassung eines Randstreifens schwarzer Staub erfüllt. In dem rostig gewordenen Phyllit von Pitayó zeigt sich namentlich der Glimmer mit Eisenlösung durchtränkt.

Graphitphyllit (No. 393), oberhalb der Hacienda El Salado bei Toribío anstehend. Unter diesem tritt Kalkstein auf (keine Probe vorhanden). Bläulichgrau, gewellt bis stengelig. Zusammensetzung und Struktur sind denen der vorigen Gesteine ähnlich. Hier fehlt nur der Chlorit, die Lagen sind mannigfaltiger gebogen, gestaucht und Kohlenstoff ist zwischen den Glimmerlamellen fein verteilt oder bedeckt zusammenhängend ganze Flächen. Gelbe kräftige Rutilsäulen und Häufchen solcher, ferner Pyritkrystalle enthält das Gestein reichlich.

Chloritischer Hornblendeschiefer (No. 350), Geröll aus dem Rio Palo oberhalb Tacuyó. Grün, schieferig mit unebenen welligen Schichtflächen. U. d. M. zeigt sich ein verworren filziges Gewebe von hellgrünen bis fast farblosen Hornblendesäulen und -nadeln, denen Chloritfetzen und -blättchen, Epidot in Säulen, breiteren Körnern und feineren Aggregaten beigemengt sind. Häufchen von Körnern polarisieren wie Titanit. Lichte Stellen im Schliff zeigen grössere Körner von unverzwillingtem Feldspath (Albit?).

Grünschiefer (Chloritepidotschiefer) (No. 392), bei der Hacienda El Salado anstehend, in ihm treten die Erzgänge auf. Zersetzt, gelb und rostig gefleckt. Mikroskopische Gemengteile sind unverzwillingter Feldspath (Albit?), Quarz, Chlorit, Epidot. Die drei ersten Mineralien bilden ein ziemlich grobes und gleichmässiges allotriomorphkörniges Gemenge, während der Epidot in Form schlanker Säulen regelmässig verteilt oder schwarmartig angehäuft ist. Auf schmalen Spalten hat sich kräftiggelber, zum Teil rostig braunrot durchtränkter Epidot in zierlichen radialstrahligen und konzentrisch schaligen Sphärolithen und sphärolithischen Krusten abgeschieden.

Quarzite (No. 399), Gerölle aus der Umgebung der Goldmine von Toribío. Die drei Proben weichen makroskopisch und mikroskopisch bemerkenswert voneinander ab. Alle drei sind sehr feinkörnig, ein Gestein hellgrau und mehr stengeligschieferig, ein zweites dunkler grau und mehr ebenschieferig, ein drittes ebenfalls ebenschieferig, nachträglich durch Eisen rötlich gefärbt und ausgeprägter quarzitisch als die vorigen.

Das stengeligschieferige Gestein enthält neben dem Hauptgemengteil Quarz und wenig Feldspath reichlich Epidot. Das Korn ist mikroskopisch ziemlich grob und ausgeprägt stengelig mit paralleler Lagerung der Elemente. Wenig gut begrenzte Säulen und Körner von stark verunreinigtem lichten Epidot sind ebenfalls parallel und der vorigen Lagerung entsprechend streifenweise reichlicher und seltener eingestreut. An den Epidot ist zugleich eine dunkle pulverige Substanz gebunden, welche aber nicht Kohle, sondern Häufchen stark lichtbrechender winzigster Körnchen darzustellen scheint. Die ganze Mikrostruktur, die Stengelform des Quarzes, die Zertrümmerungserscheinungen gleichende Verbindungsweise, die huschende Auslöschung, ferner das Auftreten grösserer „porphyrischer" mehr isometrischer und in die feinere Masse verlaufender Körner erinnern lebhaft an Druckschieferung.

Dem zweiten Gestein fehlt der Epidot, dagegen scheint es etwas reicher an Feldspath, worunter man karlsbader Zwillinge und Plagioklas bemerkt, zu sein. Die Struktur ist nur lagenweise parallelstengelig, zum andern Teil mehr trümmerartig körnig.

Auch im dritten ist Epidot nicht vorhanden, Feldspath noch reichlicher anwesend und die porphyrartige Trümmerstruktur am ausgeprägtesten. Die beiden feldspathreicheren Gesteine würden Übergänge zu Gneissen bilden.

Glimmerschieferähnliches erzreiches Gestein (No. 396), El Salado. Breitflaserig bis schieferig. Weisse glänzende Glimmerhäute umschliessen Lagen von Quarz und Erz. Mikroskopische Gemengteile der Quarzlinsen sind Quarz, Feldspath (vorwiegend Orthoklas), Muskovit, Pyrit. Die Struktur lässt sich kurz am besten durch porphyrartige Trümmerstruktur kennzeichnen. Dabei bemerkt man in der „Grundmasse" stellenweise Anklänge an die oben erwähnte parallelstengelige Anordnung.

Orthoklasgesteine, goldführend (No. 398), in der Mine von Toribío eisenschüssige Partien im Schiefer bildend. Unter dieser Bezeichnung liegen zwei voneinander verschiedene Gesteine vor.

Eines derselben ist hellgelb, wackenähnlich und zeigt in der sehr feinkörnigen wenig festen Gesteinsmasse ein grünes Mineral von bald säulenartigem, bald blätterigem Charakter. U. d. M. ergeben sich Orthoklas und Hornblende als einzige Gemengteile. Der Orthoklas ist auffallend rein und frisch und man ist häufig in Versuchung, ihn mit Quarz zu verwechseln. Spaltrisse sind nur selten deutlich, dagegen karlsbader Zwillinge häufig ausgebildet. Als Auslöschung gegen die Spaltrisse wurde bis zu 42 ° gemessen. Die Struktur ist in manchen Präparaten lagenweise feiner und gröberkörnig, roh parallelstengelig, soweit dies bei breiten Feldspathsäulen hervorzutreten vermag. Die Hornblende wird hell bläulichgrün durchsichtig, ist stark querrissig, die grösste gemessene Auslöschung war 19 °. Sie findet sich nicht regelmässig mit Orthoklas gemengt, vielmehr hier und da in Anhäufungen von Säulen und Nadeln eingesprengt.

Ein zweites Gestein ist kleinkörnig, dunkler rostgelb. Makroskopisch erkennt man Körner eines farblosen stark glänzenden Minerales unter der pulverigen Rostschicht. Mikroskopische Bestandteile sind Orthoklas, Muskovit, Calcit und Brauneisen. Der vorherrschende Orthoklas zeichnet sich durch den ungewöhnlichen Reichtum an Einlagerungen und Verunreinigungen aus. Als Einschlüsse treten Muskovit, grössere und kleinere farblose, stark lichtbrechende Körner, Kryställchen und Mikrolithen, welche zum Teil dem Epidot angehören, dunkle Häufchen, die aus dicht zusammengebackenen farblosen Körnern und Nädelchen (Rutil?) zu bestehen scheinen, ferner Brauneisen, Hohlräume und Flüssigkeitseinschlüsse (?) auf. Diese Einlagerungen sind in parallelen Reihen angeordnet und die dadurch erzeugten, häufig durch mehrere Körner sich fortsetzenden Linien machen zuweilen starke Biegungen (siehe Taf. II, Fig. 3), ohne dass am Wirtsmineral irgend welche ähnliche Erscheinungen wahrzunehmen wären, etwa Biegungen der Spaltrisse, optische Anomalien oder dergl. Auch hier treten Spaltrisse äusserst selten hervor. Da anzunehmen ist, dass die Einlagerungsrichtungen Krystallflächen entsprechen, wurde die Auslöschung gegen erstere gemessen. Die gefundenen Winkel (bis 33 °) können als ein Beweis für die Orthoklasnatur des Minerales angesehen werden, welche durch die Lötrohruntersuchung bestätigt wird. Die Form der Orthoklaskörner ist im allgemeinen länglich rund mit Neigung zur breiten Leistengestalt; sie stossen unmittelbar anzrandig oder zackig aneinander, oder es schiebt sich ein feinkörniges (Trümmer-?)Aggregat bandartig dazwischen, welches die Einlagerungen in der gleichen oben geschilderten Weise enthält.

Die drei anderen Mineralien Muskovit, Calcit und Brauneisen sind vielfach miteinander verbunden; Brauneisen umrandet Muskovit und Calcit und scheint mancherorts Pseudomorphosen nach einem ganz zersetzten Mineral zu bilden.

Bis $1\frac{1}{2}$ mm grosse Magnetitoktaëder stammen aus einem zersetzten Schiefer in der Nähe der Goldmine von Toribío. — In dem Rio Isabelilla bei Toribío findet sich neben Waschgold, dessen Analyse auf S. 117 angeführt ist, auch grüner Pyromorphit. Die kleine, aus wenigen Körnchen und abgerundeten Säulen bestehende Probe zeigte bei der Untersuchung die physikalischen und chemischen Eigenschaften dieses Minerales.

Thonschiefer (No. 389), in der Subida de Machai zwischen Silvia und Pitayó anstehend. Schwarz, dickschieferig. Das Gestein ist als zersetzte Lava oder Tuff bezeichnet, enthält aber keinerlei vulkanisches Material, stellt vielmehr einen normalen feinschlammigen Thonschiefer dar, in welchem die eingestreuten (mikroskopischen) Mineralkörnchen sehr klein sind. Die früher erwähnten winzigen stark lichtbrechenden gelblich schimmernden runden Körnchen werden hier auch reichlich bemerkt.

Ältere Massengesteine.

Hornblendegranit (Quarzdiorit) (No. 346), Geröll im Rio Palo oberhalb Tacuyó.

Quarz-Glimmer-Augitdiorit (No. 354), Geröll in einer Quebrada, welche auf dem rechten Ufer in den Rio Páez mündet, 3000 m.

Beide Gesteine sind kleinkörnig, feldspathreich und verhältnismässig arm an dunklen Mineralien, haben daher eine helle Farbe und mehr granitisches Aussehen. Die Quarzarmut und der Automorphismus des Feldspathes bedingt aber mikroskopisch eine dioritischkörnige Struktur. Die obige Bezeichnung der Gesteine verrät schon ihre Bestandteile nach Art und gegenseitigem Mengenverhältnis.

Danach ist das Palogestein wegen reichlicherer Beteiligung von Orthoklas und Quarz mehr granitisch, das Páezgestein dagegen mineralreicher und mehr dioritisch. In dem ersten umwächst der später festgewordene Orthoklas häufig den gestreiften Plagioklas und der Orthoklas ist zuweilen dicht von kleinen runden bis abgerundet eckigen ungestreiften und verzwillingten Feldspathkörnern durchwachsen, ja löst sich förmlich in ein derartiges Aggregat auf. In dem lückenausfüllenden Quarz beider Gesteine wurden einigemal Flüssigkeitseinschlüsse mit Blase und Würfelchen bemerkt. In dem Páezdiorit ist der saure Erstarrungsrest meist zierlicher Mikropegmatit. Die grüne Hornblende des ersten Gesteines unterlag teilweise der Zersetzung in Chlorit und Epidot. In dem zweiten tritt sie an Menge ganz beträchtlich hinter braunen bis rotbraunen Glimmer und sehr reichlich vorhandenen lichtgrünen monoklinen Augit zurück. Erz und Apatit finden wir in beiden Gesteinen, Titanit nur in dem ersten.

Feiner und dunkler ist ein **Quarzdiorit** (No. 351), ebenfalls aus dem Rio Palo oberhalb Tacuyó. U. d. M. zeigt sich eine porphyrartige Struktur, indem grössere Krystalle der Bestandteile in einem feineren aber mikroskopisch grobkörnigen Feldspath-Quarz-Hornblendegemenge liegen. Die klaren Feldspäthe zeichnen sich durch schöne Zonalstruktur aus, vielfach sind sie aber ganz von Epidot, Glimmer und anderen Dingen erfüllt. Neben brauner kompakter Hornblende ist auch sehr reichlich grüne uralitähnliche vorhanden; ob letztere wirklich aus Augit hervorgegangen ist, konnte nicht festgestellt werden.

Für einen **Aplit** (No. 355) wurde ein dichtes weisses als quarzreicher Schiefer bezeichnetes Gestein gehalten, welches im ersten Thal des Rio Páez (3600 m hoch) ansteht und in der Fortsetzung des Gebirges von Santo Domingo liegt. Es stellt mikroskopisch ein unregelmässig körniges Gemenge von Quarz und trübem Feldspath dar. Gestreifter Plagioklas und braungrüne Glimmerfetzen erblickt man selten. Der Quarz zeichnet sich durch die häufig scharf krystallographisch begrenzten, Blase und Würfelchen enthaltenden Flüssigkeitseinschlüsse aus.

Krystallarmer Porphyr (No. 388), in der Subida de Machai am Weg von Silvia nach Pitayó anstehend. Schwarz und grauschwarz, mit gelber Verwitterungsrinde. Felsitfels ähnlich, Einsprenglinge nur spärlich und sehr klein. Einen eigentümlichen Anblick bietet die vorwaltende Grundmasse u. d. M. Sie scheint aus runden Körnern zu bestehen, welche alle braunwolkig umkränzt sind. In sehr dünnen Präparaten verschwindet die Erscheinung etwas und man erblickt zwischen + Nic. eine sehr feinkörnige adiagnostische Masse, in welcher grössere runde Körner ausgeschieden sind. Dieselben gehören teils dem Quarz, teils ziemlich lebhaft polarisirenden und sehr undeutlich radialstrahligen Sphärolithen an. Die Umkränzung besteht aus winzigen bräunlich und gelblich ge-

färbten, mit Ferrit gemengten Glimmerschüppchen. Die Zahl der porphyrischen Einsprenglinge (1. Ausscheidung) ist gering, man begegnet Leisten von Orthoklas und Plagioklas, karlsbader Zwillingen und Quarz, letzterem mit den charakteristischen Eigenschaften der Porphyrquarze ausgestattet.

Hornblendeporphyrit (No. 391), Block im Rio de San Francisco bei Toribío. Das Gestein hat ein ganz eigentümliches ungewöhnliches Aussehen. Die Grundmasse ist vollkommen dicht, kompakt, grüngrau. Aus ihr heben sich etwa 4 mm lange schmale Hornblendenadeln ausserordentlich scharf hervor (Nadelporphyrit). U. d. M. ist die Grundmasse sehr licht und vorwiegend feldspäthiger Natur. Der Feldspath hat aber nur zum kleineren Teil Leistenform, meist bildet er einen unbestimmt körnigen Untergrund. Erzkörner und hellgrüne Hornblendenädelchen beeinträchtigen nicht die Helligkeit der Grundmasse. Als porphyrische Ausscheidung fehlt dagegen Feldspath vollständig. Die Hornblende erscheint durchaus frisch grün, häufig verzwillingt. Ihre meist schlanken Säulen besitzen ausgezeichnet scharfe Umgrenzung, nicht selten auch an den Enden durch (001) und (021). Bemerkenswert ist an ihr eine namentlich in den Querschnitten zu beobachtende zonale Struktur. Während nach ZIRKEL[1]) Flüssigkeitseinschlüsse noch gar nicht in der gemeinen Hornblende gefunden worden sind, enthält sie hier reichlich Dinge, welche man zunächst für Flüssigkeitseinschlüsse ansprechen möchte. Dieselben haben einmal unregelmässige Form, wie man es meistens z. B. im Quarz sieht, auch die Anordnung in Flächen, welche zu den Krystallformen in keiner Beziehung stehen. Andererseits aber zeigen die sämtlich mit einem Bläschen versehenen winzigen Dinge breiter rechteckige, häufiger lang und schmal leistenförmige bis strichartige Gestalt und sind parallel zu c angeordnet. Obwohl weder willkürliche noch durch Erwärmen erzeugte Beweglichkeit der Libelle festzustellen war, konnte sich der Verfasser doch nicht entschliessen, diese ungemein zierlichen Dinge wegen ihrer übrigen Eigenschaften für Glaseinschlüsse zu halten. — Als Nebengemengteil fehlt natürlich Apatit nicht.

Junge Eruptivgesteine.

Mikrosphärolithischer Dacit (No. 387), aus den Schichten zersetzter Gesteine, auf denen Silvia liegt (2600 m). Der Dacit gleicht makroskopisch und mikroskopisch vollständig dem Gestein von San Agustin (S. 95). Die dort vorhandenen, aber unerwähnt gebliebenen Tridymitnester zwischen den Sphärolithen scheinen hier zu fehlen. Besser noch als in den Gesteinen von San Agustin erkennt man in diesem Falle, dass die Sphärolithe und Axiolithe nicht aus eng aneinander gedrängten Fasern bestehen, dass vielmehr nach bekannter Art in eine Grundsubstanz schlanke, spitz zulaufende Lamellen eingelagert sind. Die Erscheinung hat so grosse Ähnlichkeit mit dem Mikroperthit bei dichter Stellung der Albitspindeln.

Amphibol-Pyroxenandesit (No. 352), an der Cuchilla del Cerro de Santo Domingo im oberen Palothale etwa in 3800 m Höhe anstehend. Hell, weiss und gelblich, schwarzgefleckt, scheinbar feinkörnig, rauh. U. d. M. gleicht die stark zurücktretende Grundmasse derjenigen eines unter den KÜCHschen Schliffen befindlichen Andesites von Silvia. Sie erscheint im gewöhnlichen Lichte als eine farb- und strukturlose dicht und gleichmässig von winzigsten Körnchen erfüllte Masse, wie man solche z. B. bei schwarzen Porphyren sieht. Zwischen + Nic. polarisiert sie mehr rundlich

1) Petrographie I, 1893, S. 306.

körnig, während die im Andesit von Silvia deutlichen Feldspathmikrolithenfilz zeigt. Unter den Einsprenglingen herrscht Feldspath. Der braunen Hornblende fehlt der Magnetitrand, sie ist aber häufig von schwarzen Körnern erfüllt und eigentümlich diallagartig dunkelbraun und schwarz gestreift. Biotit wird ganz vereinzelt bemerkt.

Ein **Andesit** (No. 376) aus dem Rio Páez bei Huila gehört dem oben auf S. 71/2 hervorgehobenen Typus an und gleicht der Huilalava 4000 m (Küch, S. 103). Die zahlreichen grösseren Grundmassenhornblenden sind sämtlich in lockere Aggregate von Magnetit und Augit umgewandelt, während porphyrische ebenso veränderte Amphibole seltener auftreten. Erwähnenswert ist das Vorhandensein von braungelben (Rutil-?)Mikrolithen in der Grundmasse.

Olivinreicher basaltähnlicher Pyroxenandesit (No. 382), bildet östlich von Silvia auf der linken Seite des Flusses eine stromartige, 500 Fuss hohe Felsmasse, welche zum Teil säulenförmig abgesondert ist. Dunkel grau (aber heller als der von Küch, S. 105/6 beschriebene Basalt von Silvia), dicht, kompakt, mit Olivin und kleinen (1 mm) Feldspäthen. Während das oben erwähnte Gestein ein typischer Basalt, der mächtige Lavastrom zwischen Pitayó und Jambaló ein normaler Andesit ist (Küch, S. 104/5), stellt unser Gestein einen dem Basalt von Silvia sehr nahe verwandten Andesit dar. In Bezug auf die Grundmasse beider Gesteine bestehen kaum Unterschiede. Während dagegen dem Basalt porphyrische Feldspäthe und Magnetitpseudomorphosen vollständig fehlen, sind solche, namentlich erstere hier reichlich vorhanden.

Es drängt sich bei der grossen Ähnlichkeit des einem Blockvorkommnis bei Silvia entnommenen Basaltes mit dem Gestein des Stromes östlich von Silvia die Vermutung auf, dass ersterer von diesem stammt und es fragt sich, ist dieser Strom eine selbständige Basalteruption mit stellenweiser andesitähnlicher Ausbildung oder ist der Basalt nur eine örtliche Ausbildung der Andesitlava. Die Entscheidung kann natürlich hier nicht getroffen werden.

Äusserlich einem Basalt noch ähnlicher ist ein schwarzer schwerer erz- und olivinreicher **Pyroxenandesit** von einem Blockvorkommnis am rechten Gehänge des Rio Piendamó.

Ein tuffähnlicher **Biotitamphibolandesit** bildet über 1000 Fuss hohe Felsen am linken Gehänge des Rio Piendamó unterhalb Tombé (östlich von Silvia). Rötlichgrau, fest, feinporphyrisch. Ähnlich wie bei manchen Porphyren und Porphyrtuffen kann man schwanken, ob ein Andesit oder ein Tuff vorliegt. Die regelmässige Einlagerung von Biotit, Amphibol und Feldspath erinnert an einen normalen Andesit, die bräunliche, durch Körnchen getrübte Grundmasse, die Splitterform sehr vieler Einsprenglinge, die Gegenwart zahlreicher kleiner Bimssteinbröckchen lässt an einen Tuff denken.

Unter diesem „Tuff" steht ein schieferiger **Amphibolpyroxenandesit** an. Hellgrau und dunkeler, kleinporphyrisch, krystallreich, vom Typus der Huilalaven mit feldspäthiger Grundmasse. Hornblende wird fast nur durch Magnetitpseudomorphosen vertreten.

Vulkanische Asche (No. 372), vom Krater des Huila an der obersten Eisgrenze etwa 4600 m. Feines hell bräunlichgraues Pulver mit gröberem Sand und Lapilli gemengt. Das Pulver besteht mikroskopisch vorwiegend aus gröberen Mineralkörnern und Andesitbröckchen. Bimsstein fehlt ganz. Unter den Mineralien sind neben Augit und Feldspath besonders rostbrauner Glimmer, zuweilen in scharfen sechsseitigen Blättchen und ebenso gefärbte Hornblende auffallend und reichlich vorhanden. Auch einige von jenen, zwischen + Nic. Interferenzkreuz zeigenden Perlitkugeln wurden

bemerkt, welche KÜCH [1]) aus Dacitpulver der Loma de Ales mit Flusssäure herausgelöst hat und auf Taf. IV, Fig. 6 abbildet. Perlitische Ausbildung ist aber bisher vom Huila nicht bekannt. Die Andesitbrocken des Pulvers zeigen nicht die am Huila häufige feldspathreiche Grundmasse, sondern die andere auch bei Silvia vorkommende, bei welcher in einem vorwaltenden farblosen Glas nur locker äusserst feine nadel- bis strichförmige Mikrolithen eingelagert sind. Auch solche mit rotbraun gefärbten Mikrolithen, einem Andesit vom Huila entsprechend, waren zugegen. — Ein haselnussgrosser Lapille aus der Huilaasche zeigte einen Andesit, welcher mikroskopisch in Zusammensetzung und Struktur nur ganz unwesentlich von dem oben beschriebenen Amphibol-Pyroxenandesit von der Cuchilla del Cerro de Santo Domingo abweicht.

X. Die Umgebung von Popayan.

A. Nach der Tetilla von Popayan.

Litteraturverzeichnis No. 9, 9a, 19, 64, 72, 90, 104.

Ein kurzer Ausflug führt von Popayan (1741 m) an dem Alto del Cauca (1793 m) an der Caucabrücke vorüber nach der Tetilla von Popayan[2]) (1822 m), einer auf der linken Caucaseite im Thale die Umgebung um kaum 100 m überragenden kleinen Kuppe.

Geologie. Unter den vorwiegend vulkanischen Pflastersteinen Popayans finden sich auch ziemlich häufig quarzitische Schiefer, welche aus der Umgebung von Belem (1791 m), einer nicht weit nordöstlich von Popayan liegenden Kapelle, stammen und Ähnlichkeit mit den auf S. 126 beschriebenen Gesteinen von Toribío haben. Sie gehören zweifellos dem krystallinen Grundgebirge an, welches sich aus den im vorigen Abschnitt berührten Gebieten nach Süden fortsetzt und in der weiteren Umgebung von Popayan die freilich häufig verborgene Unterlage der jüngeren Bildungen abgeben dürfte, eine Thatsache, auf welche HUMBOLDT wiederholt hinweist.

---

1) Litt. No. 104, S. 64, 146.

2) Ob die auf der Karte von CODAZZI (Litt. No. 81) auf dem rechten Caucaufer eingezeichnete Tetilla mit der obigen identisch und nur irrtümlich dort angebracht ist, kann nicht festgestellt werden. Dagegen entspricht die Tetilla von Julumito HUMBOLDTs unserer Tetilla, denn wir lesen bei HUMBOLDT (Litt. No. 9, S. 124) ausdrücklich „la Tetilla de Julumito (rive gauche du Rio Çauca à l'ouest de Popayan)", während BUCH in der Übersetzung (Litt. No. 9a, S. 130) das „links" weglässt.

Am Alto del Cauca ist als Block ein grobstückiges Porphyr-Porphyrit-Konglomerat gefunden worden, die Tetilla von Popayan bildet ein dichter normaler Diabas, welcher teilweise in Uralitdiabas umgewandelt ist, während vom Gipfel der Tetilla ein grobporphyrischer Quarzglimmerdioritporphyrit stammt. Endlich besteht ein Hügel westlich von der Tetilla aus Pikrit.

Auch in Bezug auf diese Gesteine ist eine vollständige Übereinstimmung mit den entsprechenden im VIII. Abschnitt geschilderten festzustellen und es dürften die beiden Gebiete geologisch zusammengehören. Über das Alter der Gesteine ist nichts bekannt. Den zusammen vorkommenden Gesteinen Diabas, Pikrit, Konglomerat ist man wohl zunächst geneigt ein paläozoisches Alter beizulegen und gegen diese Annahme sprechende Beobachtungen liegen bis jetzt nicht vor. Der Umstand, dass sich in dem Konglomerat auch Brocken von Porphyren, wie solche schon im VIII. und IX. Abschnitt erwähnt worden und noch weiter anzuführen sind, finden, beweist, dass die Porphyre ungefähr gleiches Alter haben wie die diabasischen Gesteine. HUMBOLDT nennt sie Übergangsporphyre. Vollständig verkannt hat HUMBOLDT[2]) den Diabas der Tetilla; er nennt ihn „Basalt", welcher von Übergangsporphyr umgeben wird, der wieder (bei Los Serillos) von einem schwärzlichen Übergangskalk überdeckt ist.

Petrographische Bemerkungen.

(STÜBELsche Sammlung No. 407—410, REISSsche Sammlung 5 Stück.)

Sericitquarzite (No. 410), aus den Pflastersteinen Popayans. Der hauptsächliche Gemengteil ist Quarz. Durch Strähne winziger Blättchen eines sericitischen Glimmers wird eine zierliche mikroskopische Flaserstruktur erzeugt. Rutil und Häufchen von Kohlenstaub nehmen noch an der Zusammensetzung teil.

Diabas und **Uralitdiabas** (No. 408a) der Tetilla von Popayan. Dunkel grüngrau, fast dicht. Die Gesteine gleichen mikroskopisch so genau den Diabasen der Quebrada Overo und von Ensolvado (S. 107), dass sie nicht beschrieben zu werden brauchen. Die Uralitisierung des Augites scheint dort am weitesten vorgeschritten zu sein, wo Druck wirksam oder am stärksten war, denn die von Epidotadern durchzogenen Stücke enthalten am wenigsten oder gar keinen Augit.

Nur eines der Handstücke, welches von einer 3 mm breiten Epidotader durchzogen wird, weicht mikroskopisch von den eben erwähnten ab. Es ist ebenfalls **Uralitdiabasaphanit**, wie die Bezeichnung schon sagt, feiner und mit Andeutungen zu porphyritischer Struktur. Während in der vorigen der Feldspath in breiteren Leisten mit dem Augit etwa in gleicher Menge vorhanden ist, bildet er hier, etwas zurücktretend, strahlig gestellte lange, sehr schmale Durchschnitte. Mikropor-

1) Litt. No. 9a, S. 130/1, 137/8, 329. 350.

phyrisch ausgeschieden sind einzelne Plagioklase und Augitaggregate. Reich ist das Gestein an Häufchen winziger Körnchen (Epidot?). Deutliche Quetschspuren durchsetzen als dunkele Linien das Präparat. Sie bestehen aus feinem wolkigen Zerreibsel der Gemengteile, wahrscheinlich auch Neubildungen. Bei grösserer Breite dieser Quetschlinien erkennt man Epidotkörnchen.

Pikrit (No. 409), bildet einen Hügel westlich von der Tetilla. Feinkörnig, dunkel, unbestimmt weiss und hellgrün gesprenkelt, massig. U. d. M. ergiebt sich, von dem geringeren Grad der Serpentinisierung abgesehen, mit dem Pikrit aus dem Rio Bugalagrande (S. 109) eine vollkommene Gleichheit, die sich auch in Kleinigkeiten ausspricht. So sieht man in beiden Gesteinen von den zierlichen scharf viereckigen Durchschnitten des Magneteisens im Serpentin winzige Nädelchen sternförmig ausstrahlen und zwar meist in jeder Kantenmitte eines, zuweilen auch von den Ecken eines.

Grobstückiges Porphyr-Porphyritkonglomerat (No. 407), Block vom Alto del Cauca bei Popayan. Festes Gestein, das aus eckigen und runden bis 30 und 40 mm grossen, fest aneinander gekitteten Brocken dichter dunkelgrüner und rotbrauner Gesteine besteht. Die grünen Spilitbrocken zeigen u. d. M. einen fluidalen Filz schmaler Feldspathleisten mit winzigen Erzkörnern und hellgrünen Mikrolithen. Zahlreiche runde auch längliche und verzweigte blasenartige Räume werden von Chlorit und Calcit erfüllt und zuweilen von einem Quarzrand umsäumt. Prachtvolles Farbenspiel bieten schon bei blosser Benutzung des Polarisators, mehr noch zwischen + Nic. sphärolithartige, radialstrahlige Aggregate von Chlorit, welche sich in länglichen bauchig anschwellenden Hohlräumen angesiedelt haben. Die roten Brocken scheinen einem ähnlichen Gesteine anzugehören; nur ist hier die ganze Masse mit Ferrit dicht erfüllt, aus dem noch einzelne Feldspathleisten hervorsehen.

Auch Porphyrtrümmer mit charakteristischen Porphyrquarzen bemerkt man namentlich in dem kleinerkörnigen Kitt, darunter solche, welche Ähnlichkeit mit dem Porphyr der Subida de Machai (S. 128) haben. Als Bindemittel der Brocken tritt ausserdem Quarz und Calcit auf, oft stossen sie auch unmittelbar aneinander.

Der **Dioritporphyrit** vom Gipfel der Tetilla wird später beschrieben werden.

B. Nach dem Puracé.

Litteraturverzeichnis No. 4, 5, 6, 9, 9a, 19, 20, 35, 59, 64, 72, 90, 104.

Der Weg führt von Popayan (1741 m) im allgemeinen in östlicher Richtung über den Rio Cauca, an dessen rechtem Ufer aufwärts nach Pisojé, die Quebrada Hatico berührend nach San Isidro (2157 m), nach dem Rio vinagre, dem Dorf Puracé (2648 m), den Pajonales (Hochsteppen, untere Grenze 3419 m), der Horqueta an der Nordseite des Kraters (4396 m) und nach dem Kraterrand mit dem Gipfel (4600—4700 m).

Geologie. Das Gebiet scheint vollständig von jungen und zwar vulkanischen Bildungen bedeckt zu sein. Obwohl es schon mehrfach von Geologen durchreist worden ist, fehlen in der Litteratur doch sichere Angaben über das Vorkommen

von älteren Gesteinen. Der „Dioritporphyr“ HUMBOLDTS von Pisojé ist, wie dieser schon vermutete, ein Andesit (KÜCH S. 109). Die Richtigkeit der folgenden Angaben HUMBOLDTS zu prüfen, hatte der Verfasser keinen Anhalt.

„Nach dem Dorfe Puracé ansteigend, habe ich unter dem grossen Feuerberg gleichen Namens unfern von Santa Bárbara halbglasigen Trachyt einem porphyrartigen Syenit angelagert gesehen; dieser Syenit ruht sehr augenfällig auf einem Übergangsgranit, der ungemein glimmerreich ist.“[1]) — „Unter den Porphyren von Puracé und Sotará treten dieselben Glimmerschiefer hervor wie bei Robles, Timbío u. s. w.“[2]) — „Ich sah rote Granaten am Gipfel des Vulkans von Puracé in einem bläulichen halbglasigen Trachyt.“[3])

Hier sind ausser den von KÜCH beschriebenen und noch nachzutragenden vulkanischen Bildungen nur zwei **ältere** Gesteine anzuführen. Ein feinkörniger augithaltiger Diorit, welcher sich den früher erwähnten normalen Dioriten anschliesst, bildet am linken Gehänge des Rio vinagre nahe Puracé eine mächtige Gesteinsmasse. Und den Berg Pusná bei dem Dorfe Puracé baut ein grünes porphyritähnliches Gestein in verschiedenen Zersetzungsstufen auf; es ist in einem Bergsturz am Rio vinagre aufgeschlossen. Die weitgehenden Umwandlungen, welche dasselbe erfahren, machten eine sichere Bestimmung unmöglich. Aber gewisse Eigenschaften liessen an einen propylitisch zersetzten Andesit oder einen Propylit denken.

Petrographische Bemerkungen.

(STÜBELsche Sammlung No. 411—460, REISSsche Sammlung 10 Stück.)

Diorit, augithaltig, linkes Gehänge des Rio vinagre nahe Puracé. Feinkörnig, noch verhältnismässig frisch. Gemengteile sind Plagioklas, grüne Hornblende, monokliner hellgrüner Augit, Magneteisen, Apatit, sekundär Calcit; Quarz scheint zu fehlen. Der Feldspath zeigt starke zonenweise Trübung, während die dunklen Silicate noch unzersetzt sind. Die Struktur ist typisch panidiomorph dioritisch.

Propylitisch zersetzter Andesit? (Propylit oder **Porphyrit?)** (No. 454) bildet in verschiedenen Graden der Zersetzung den Berg Pusná beim Dorfe Puracé und ist durch einen Bergsturz am Rio Vinagre aufgeschlossen. Dunkel, schmutzig grüngrau, einem dichten Diabas ähnlich. An einem Handstück sind porphyrische Ausscheidungen wegen ihrer dunkelen Farbe nur schwer erkennbar, an einem zweiten treten bis 4 mm grosse hellgelbliche, in eine weiche Masse zersetzte Säulen deutlich hervor. Die Präparate des ersten Gesteines dagegen zeigen zahlreiche bis $3^1/_2$ mm grosse grüne schwarzumrandete Krystalldurchschnitte. U. d. M. tritt uns eine typische porphyritische Struktur entgegen. Ein fluidaler Filz von Plagioklasleisten, dazwischen geklemmte grüne viriditische Substanz und regel-

1) Litt. No. 9a, S. 341 u. 130. 2) Ebenda S. 132. 3) Ebenda S. 345.

mässig verstreute schwarze Körner bilden die Grundmasse. Die Verteilung der anscheinend strukturlosen grünen Substanz erweckt den Glauben, dass sie das Zersetzungsprodukt einer amorphen Basis sei. Ein Teil der dunkelen Körner giebt sich bei stärkerer Vergrösserung als dichte Häufchen winziger, stark lichtbrechender Körnchen zu erkennen. Porphyrisch sind Plagioklas und ein ganz zersetztes dunkeles Mineral ausgeschieden. Der Feldspath fällt, obwohl er vielfach die gleichen grünen Zersetzungsprodukte enthält, durch seine Klarheit und Frische auf. Der dunkele Gemengteil ist ganz in eine grüne teils chloritartige, teils faserige serpentinartige Substanz und in Calcit zersetzt. Seine Formen sind aber durch die immer vorhandene Erzumrandung noch gut erhalten. Sowohl Hornblende wie Augit scheinen vorhanden gewesen zu sein; erstere vermag man hier und da an der Form der Querschnitte zu erkennen, und ein Rest unzersetzten Augites mit deutlichen Glaseinschlüssen fand sich in der Mitte eines im übrigen zersetzten grossen Krystalles.

Würde demnach die Beschreibung einen Porphyrit annehmen lassen, so hat das mikroskopische Bild doch durchaus andesitisches Aussehen. Dasselbe wird hauptsächlich durch die ausserordentlich scharfe Begrenzung, sowie durch die überraschende Frische und Klarheit der porphyrischen und der Grundmassenfeldspäthe hervorgebracht. Nimmt man die häufige, ausgezeichnet scharfe Zonalstruktur der Feldspatheinsprenglinge, wie man sie in jungen Eruptivgesteinen zu sehen gewöhnt ist, den Erzrand des dunkelen Minerales, ja vollkommene Magnetitpseudomorphosen, ferner die Glaseinschlüsse im Augit hinzu, so neigt man sich nach vielem Schwanken der Ansicht zu, es liege hier wirklich ein vulkanisches Gestein, ein Andesit vor, welcher ausnahmsweise z. T. grünsteinartig zersetzt ist. Ob der Feldspath Glas enthält, konnte nicht sicher entschieden werden. Indessen haben nach einigem Suchen darin bemerkbare, zuweilen gekörnelte Einschlüsse ganz das Aussehen und die Anordnung der Glaseinschlüsse in den Andesitfeldspäthen. Ausführlichere Bemerkungen über derartige Gesteine, Propylite und propylitisch zersetzte Andesite in Colombia müssen für später vorbehalten werden.

Mit diesem Gestein zusammen kommt eine Reihe von Gesteinen (No. 455—460) vor, welche sich jenem anschliessen, andererseits aber von ihm verschieden zu sein scheinen. Sie sind heller, besitzen missfarbige Töne, schmutzig grünlichgrau mit rosaroten und violetten Flecken, hellgrau mit dunkelgrünen Flecken und kugeliger Absonderung (ähnlich dem ungarischen „Kugelgrünstein"), gelbrot, braun und teilweise von winzigen Pyritkryställchen reich erfüllt. Wie schon das Äussere verrät, ist hier die Zersetzung viel weiter fortgeschritten und zwar so, dass zwischen den frischesten unter ihnen und den vorigen nur noch wenig Verbindung besteht. Zusammensetzung und Struktur scheinen im allgemeinen die gleichen gewesen zu sein, es fehlt aber hier vollständig der andesitische Charakter. Wolkige Zersetzungsprodukte erfüllen mehr und mehr die Grundmasse, die kleinen Feldspathleisten sind nur an wenigen Stellen zu erblicken. Die Feldspatheinsprenglinge werden trüb und undurchsichtig, schwellen gleichsam an und erscheinen wie dunkele Flecke, sie werden andernorts durch Calcit oder ein feinkörniges Quarzaggregat ersetzt; dasselbe breitet sich auch in der Grundmasse weiter aus. Die Erzkörner, damit auch die Ränder um den veränderten dunkelen Gemengteil, unterliegen der Zersetzung und verschwinden, die Chloritpseudomorphosen bleichen aus, verlieren ihre scharfen Grenzen, laufen zu undeutlichen blassgrünen Flecken auseinander und verschwinden gleichfalls, bis endlich von der ehemaligen Struktur und Zusammensetzung des Gesteines nichts mehr zu sehen ist.

Wie schon oben angedeutet wurde, kann nicht mehr sicher erkannt werden, ob die letzterwähnten Gesteine fortgeschrittenere Zersetzungsstadien der ersten darstellen, wenn auch das gleiche

Vorkommen und einzelne verbindende Eigenschaften dafür zu sprechen scheinen. Ist dies der Fall und sind die zuerst beschriebenen Gesteine Andesite, dann liegt hier eines der ausgezeichnetsten Beispiele für die sekundäre Entwickelung propylitartiger Gesteine aus Andesiten vor.

Andesite.

Ausser den durch KÜCH [1]) beschriebenen Andesiten vom Puracé verdienen noch eine Reihe von Gesteinen von demselben Vulkan erwähnt zu werden, welche einmal die Abhängigkeit der Ausbildungsweise des Andesitmagmas von den Erstarrungsbedingungen, andererseits den Einfluss der Fumarolen auf die Andesite zeigen. Endlich ist ein Auswürfling von grossem Interesse, welcher einen umgeschmolzenen cordieritreichen Sandstein (?) darstellt.

Als für alle Andesite gemeinsam kann hervorgehoben werden, dass sie wie die von KÜCH behandelten Pyroxenandesite sind, in denen erzumrandete braune Hornblende und Olivin ganz vereinzelt auftreten. Der Augit zeigt meist deutlichen Pleochroismus, selten aber gerade Auslöschung, so dass die Anwesenheit von Hypersthen unsicher blieb.

Die zunächst zu erwähnenden Randausbildungen und Bomben unterscheiden sich von den steinigen Laven, wie bekannt, durch die stark glasige Beschaffenheit der Grundmasse, es sind Andesitvitrophyre, die z. T. ausserdem zu stark poröser, ja bimssteinartiger Ausbildung neigen.

Pyroxenandesit (No. 422), Randausbildung eines Lavastromes, welcher durch eine Einschartung des alten Kraters geflossen zu sein scheint. Während die innere Lava kompakt ist, stellt die Randausbildung ein braunes, stark poröses bis schlackiges Gestein dar. U. d. M. waltet das braune, rundblasige und hellrundgefleckte Grundmassenglas vor, in dem keine Mikrolithen, nur verstreute grössere Grundmassenaugite und -feldspäthe ausgeschieden sind. Die porphyrischen Feldspäthe zeichnen sich durch den Reichtum an braunen Glaseinschlüssen aus. Dieselben sind entweder fetzenförmig über den Durchschnitt verteilt und fallen dadurch auf, dass sie an der Oberfläche dicht mit kleinen Bläschen bedeckt sind; oder die Feldspäthe sind randlich in breiter Zone ganz verglast, dicht erfüllt mit ausgezogenen ebenfalls blasenbesetzten Glasfäden.

Eine erhöhte vulkanische Thätigkeit des Puracé im Oktober 1869 veranlasste den Präsidenten des Staates Cauca, Herrn R. B. WHITE mit einer Untersuchung der Erscheinung zu beauftragen. Letzterer sandte die am Puracé gesammelten Gesteine an Herrn STÜBEL, welcher sich damals in Túquerres befand. Ob alle von Herrn WHITE gesammelten Bomben von diesem Ausbruch 1869, dessen Explosionen Herr REISS deutlich im Krater des Túquerres (95 km Entfernung) hörte, herrühren, kann nicht festgestellt werden. — Auf einer Skizze WHITES zeigte sich ein grosser Teil des Kraterrandes abgesprengt.

Vulkanische Bombe (No. 425) vom Aschenkegel des Puracé. Grau, mit bimssteinartigem Innern und dichter schrundiger Rinde. U. d. M. hat das Innere eine rundblasige Beschaffenheit. Das Grundmassenglas ist farblos, mikrolithenarm, während die Glaseinschlüsse im Feldspath braune Farbe zeigen.

Bomben vom Ausbruch am 4. Oktober 1869, von Herrn R. B. WHITE am Fuss des Aschenkegels gesammelt.

---

1) Litt. No. 104, S. 107/8.

1) Schwarz, kompakt basaltähnlich (No. 439). Die Grundmasse ist ein dichter Feldspathmikrolithenfilz mit Erzkörnern. Olivin ziemlich reichlich ausgeschieden.

2) Schwarz, stark porös bis schlackig, mit grösseren weissen Feldspäthen (No. 442). Stimmt mikroskopisch mit der zuerst erwähnten Randausbildung überein.

3) Makroskopisch gleich dem vorigen, aber mit roten Feldspäthen (No. 443). Die Grundmasse ist ein blasenfreies mikrolithenreicheres braunes Glas. Die rote Farbe der Feldspäthe rührt von Eisenverbindungen auf den Sprüngen her.

Cordieritreiche Schlacke (No. 445), grosser Block am Fuss des Aschenkegels, am 4. Oktober 1869 ausgeworfen und von Herrn B. WHITE gesammelt. Das Gestein besitzt eine schwarze, glänzende glasige kompakte Rinde, während das Innere sehr fein und dicht porös, etwas heller blauschwarz und deutlich gefärbt ist. An einer angeschliffenen Fläche bemerkt man hellere Brocken in der schwarzen Schlacke. Die mikroskopische Untersuchung ergiebt, dass ein erz- und cordieritreiches Glas vorliegt. Letzteres ist farblos, entfernt rundblasig und enthält spärlich farblose, gerade auslöschende Nädelchen, welche man in anderen Vorkommnissen für rhombischen Augit angesprochen hat. Dagegen ist Erz meist in grösseren Körnern eingestreut; es löst sich in Salzsäure und giebt Eisenfällung, gehört demnach dem Magneteisen an. Die hellen Brocken sind eine bräunlich körnige, trübe, ebenfalls amorphe, bedeutend erzärmere Masse. Beide Glassubstanzen enthalten zahlreiche Krystallnester. Die Krystalle sind in dem farblosen eisenreichen Glas grösser und besser ausgebildet als in dem anderen. Sie erreichen in dem ersten eine Länge von 0,1 mm, eine Breite von 0,08 mm. Die scharf rechteckige Form des Längsschnittes, der sechsseitige Querschnitt, die gerade Auslöschung, die Sechsfelderteilung im Querschnitt, der Pleochroismus — hellblaugrau, gelblich, farblos — die Polarisationsfarben, endlich das ganze Vorkommen in der Schlacke lassen kaum Zweifel übrig, dass Cordierit vorliegt. Welcher Art das ursprüngliche unveränderte Gestein gewesen ist, kann aus Mangel an jeglichem örtlichem Anhalt nicht entschieden werden, nur mag darauf verwiesen sein, dass anderwärts ähnliche cordieritreiche Schlacken aus vulkanisch geschmolzenen Sandsteinen hervorgegangen sind.[1]

„Agglomeratlava" (No. 437), von der Westseite des Vulkans am Fuss des Aschenkegels, sieht mehr wie zusammengebackene Bomben aus. Letztere schwarz basaltartig, teils reicher, teils ärmer an Feldspäthen. Der Andesit stellt ebenfalls eine glasige Ausbildung dar, es wechseln unvermittelt vorwiegende braune und helle Glaspartien.

Zersetzte Andesite. Die Andesite in der Umgebung der Fumarolen am Nordwestabhang des Aschenkegels (Azufral) sind einmal in der von KÜCH mehrfach so auch an Gesteinen aus dem Rio vinagre (S. 108) beschriebenen Weise opalisiert, ausserdem aber mit Schwefel durchtränkt. Schwefel tritt in zersetztem Gestein in Krystallpolstern, welche Spitzen der Grundpyramide zeigen, ferner körnig und massig in starken Krusten und gangartigen Lagen auf. Merkwürdiges Aussehen hat ein Gestein (No. 447) von einem Block beim Dorfe Puracé. Es erscheint kleinkörnig gelbbraun. U. d. M. ergiebt es sich als ein rundblasiger opalisierter Andesit, der ganz mit Schwefel erfüllt ist. — Ein tuffartiges Gestein (No. 423), welches unter dem 2 m mächtigen Lavastrom des Puracé (3800 m) ansteht, ist wahrscheinlich ebenfalls ein ganz opalisierter Andesit. In dem struktur-

1) Siehe ZIRKEL, Petrographie, 2. Aufl., I, 371; III, 99.

losen bräunlichen Opal erblickt man (mikroskopisch) noch Reste von Augit, Feldspath und Hornblende, während die Struktur verwischt ist. — Ein bröckeliger, missfarbig gelb und rostbraun gefärbter Andesit, in welchem der dunkle Gemengteil in Eisenoxydhydrat zersetzt ist, steht an der Quebrada del Hatico am Weg von Popayan nach dem Puracé an.

Andesitsandsteine, -tuffe und -aschen.

Andesitischer Sandstein (No. 453), steht am Wasserfall des Rio vinagre bei Puracé an. Er ist gelb, feinkörnig. Den Hauptbestandteil bilden meist abgerundete Bröckchen von Andesiten, an denen man leicht die Herkunft vom Puracé feststellen kann, denn es sind Pyroxenandesite mit stark glasiger Ausbildung, mit farblosem oder braunem Glas und arm an porphyrischen Ausscheidungen. Gering sind Mineralkörner vertreten, pleochroitischer Augit, Plagioklas teilweise opalisiert, vereinzelt braune Hornblende. Die Bröckchen sind locker und lückenhaft aneinander gefügt. — Ein roter ähnlicher Sandstein (No. 424), welcher in Blöcken am Abhang des Aschenkegels des neuen Kraters vorkommt, ist gröber, stärker verändert; die vorwiegenden Andesitbrocken und Feldspäthe sind ganz opalisiert und durch Eisenoxydhydrat rot gefärbt. Die fehlenden dunklen Mineralien scheinen vollständig zersetzt zu sein.

Andesittuff und **Schlackenkonglomerate** bilden viele hundert Fuss mächtige Wände im Vinagrethale. Sie sind grau oder rot, sandsteinartig, porös und enthalten schwarze glasige Andesitbrocken.

Der zuerst erwähnte gelbe Sandstein geht in einen dichten gelben **Tuff** (No. 452) über (Blöcke im Rio vinagre beim Dorfe Puracé). U. d. M. glaubt man in einer ausserordentlich feinschlammigen Masse zahlreiche kleine helle Mineralsplitter zu sehen. Man ist aber überrascht, zwischen + Nic. ein gleichmässiges dunkles Gesichtsfeld zu bemerken; wahrscheinlich sind die Mineralsplitter opalisiert.

Vulkanische Asche (No. 432) überdeckt den neuen Krater des Puracé in bedeutender Mächtigkeit. Sie rührt vielleicht von dem Ausbruch im Jahre 1849 her. Die Andesitbrocken und -mineralien von der Beschaffenheit der Puracégesteine schwanken stark in der Grösse, erbsengross bis zu feinem Staub. Dasselbe gilt für eine 1869 gefallene, von Herrn White gesammelte Asche (No. 446). In dieser ist der reichliche Gehalt an trüben, wahrscheinlich zersetzten Bröckchen bemerkenswert. Bimsstein fehlt diesen Proben ebenso wie einer dritten vom nördlichen Kraterrand.

C. Ausflug nach Coconuco.

Litteraturverzeichnis No. 9, 9a, 39, 64, 72, 90, 104.

Von Popayan (1741 m) gelangt man im allgemeinen in südöstlicher Richtung über den auf der linken Seite des Caucathales von N nach S sich erstreckenden Gebirgskamm, auf welchem Poblazon (2283 m) und der Alto del Pesar (2660 m) liegt, in das Caucathal hinab, auf die rechte Caucaseite und über das zwischen Rio Cauca

und Rio grande ebenfalls nach Süden ziehende Gebirge nach Coconuco (Hacienda 2363 m, Ort 2314 m), und weiter oben im Caucathal nach Paletará (Hacienda 2989 m).

Geologie. Als einziges aus diesem Gebiet bisher angeführtes älteres Gestein ist mir nur der „microgranulite à mica noir“ von Coconuco bekannt, welchen Žujović[1]) beschreibt.

Die hier von den beiden Gebirgen auf der linken und rechten Caucaseite zur Verfügung stehenden Gesteine sind zum grössten Teil Quarzporphyre, welche verschiedene Ausbildung besitzen und in Felsitfelse übergehen. Sie werden auf der linken Caucaseite von Breccien begleitet. Hier fand sich auch Augitporphyrit und Porphyritmandelstein vor. Über das Alter dieser Gesteine ist nichts bekannt. Andesite beschreibt Küch aus diesem Gebiet nicht. Ein einziger Pyroxenandesit mit ausgezeichnet plattenförmiger Absonderung ist von der Hacienda de Coconuco nachzutragen.

Petrographische Bemerkungen.

(Stübelsche Sammlung No. 461—482, Reisssche Sammlung 25 Stück.)

Quarzporphyre. Žujović[2]) nennt die Porphyre, zu denen die hier zu beschreibenden Gesteine gehören, „porphyres microgranulitiques“ oder kurz „microgranulites“ und sagt über ihr Alter: „Alle Mikrogranulite der Cordilleren, welche wir untersucht haben, scheinen jung (d'âge récent) zu sein. Ihr Äusseres, ihre Struktur und die zahlreichen Glaseinschlüsse ihrer Feldspäthe lassen annehmen, dass diese Gesteine nicht zu der Reihe der alten Gesteine gehören. Es scheint uns wahrscheinlich, dass sie die Unterlage der Andesite bilden.“ Die porphyrischen Quarze enthalten Flüssigkeits- und Glaseinschlüsse, die Feldspäthe Glaseinschlüsse, welch letzterer Umstand als entscheidend für das Alter der Gesteine angesehen wird. — „Der Biotitmikrogranulit von Coconuco ist interessant, weil er in einen Porphyr mit „quartz globulaire“ und in „porphyre pétrosiliceux“ übergeht; in seiner Grundmasse findet sich viel „quartz globulaire“ und radialstrahlige Mikrofelsitsphärolithen, welche die Trümmer des alten Quartzes umgeben. Die ganze Grundmasse ist nicht krystallisiert; man sieht darin amorphe Feldspathsubstanz.“ (! D. V.)

Obwohl dem Verfasser ebensowenig wie Žujović geologische Beobachtungen über das Alter der Porphyre zur Verfügung stehen, kann er doch der Ansicht, dass die fraglichen Gesteine jung wären, nicht zustimmen. Die Gesamtheit ihrer Eigenschaften gewährt durchaus nicht das Bild junger Gesteine. Auch dem Umstand, dass sie die Unterlage der Andesite bilden, wohnt keine Beweiskraft nach dieser Richtung inne.

1) Litt. No. 90, S. 55.
2) Litt. No. 90, S. 53—55.

Grüne Porphyre (No. 477) stehen an der Brücke über den Rio Cauca an und bilden den Gebirgsrücken, an welchem Coconuco liegt (zwischen dem Rio Grande und dem rechten Caucaufer). Die Handstücke stammen von der Subida del Pesar. Grünlich graue, körnig dichte Grundmasse mit 4 mm grossen gerundeten Quarzdihexaëdern und wenig hervortretenden weissen und grünlichen, bis 3 mm messenden Feldspäthen. Ein Handstück ist von zahlreichen rostigen Klüften durchzogen, zuweilen bemerkt man auch reichlich Pyrit. Eine Probe vom Alto del Pesar zeigt gelbe Epidotpartien.

Andere Belegstücke vom Alto del Pesar sind durch Zersetzung missfarbig geworden, braun, gelb, grünlich gefleckt und enthalten wallnussgrosse weisse, in die Porphyrmasse verschwimmende felsitfelsartige Brocken. Sie unterscheiden sich ausserdem durch die Armut an Einsprenglingen und deren Kleinheit von den grünen Porphyren.

Ein dunkel blaugrauer **Porphyr** von Hatico am rechten Gehänge des Caucathales bei Coconuco zeigt nur 1 mm grosse weisse unscharf begrenzte Feldspäthe und wenig kleine Pyritkörner.

U. d. M. sind die Grundmassen sämtlicher Porphyre vollkrystallin, gröber oder feiner im Korn. Während diejenige der grünen Porphyre aus rundlichen Quarzen und leistenförmigen Feldspäthen gleichmässig gemengt erscheint und darin einem Teil der später zu erwähnenden Quarzdioritporphyrite gleicht, teilweise auch durch Zurücktreten der Feldspathleisten eine mehr rundlich- und buchtigkörnige Struktur annimmt, herrscht in den krystallarmen Gesteinen vom Alto del Pesar granophyrische und belonosphäritische Verbindungsweise. In allen Porphyren erfüllen die Grundmasse reichlich (am wenigsten im dunkelen von Hatico) farbige Mineralien, welche die wechselnde Farbe hervorrufen, und zwar Blättchen, Schuppen, Fetzen und Körner von grünem Glimmer, Chlorit, Epidot. Der Umstand, dass sich diese Dinge auch im Feldspath auf Spaltrissen und Klüften derselben wiederfinden, dass namentlich Epidot, Chlorit, auch lichtgrüne Hornblende radialstrahlig kleine Hohlräume auszufüllen oder Pseudomorphosen nach anderen Mineralien darzustellen scheinen, spricht für ihre sekundäre Natur. Grössere, in Chlorit umgewandelte Säulen deuten auf die ehemalige Anwesenheit von Hornblende hin.

Die Farbe des dunkelen Porphyrs wird durch locker verteilte Häufchen winziger opaker Körnchen hervorgerufen. Ausser in den Granophyren besteht überall ein scharfer Gegensatz zwischen Grundmasse und Einsprenglingen. Neben einfachen Orthoklasen und gestreiften Plagioklasen findet man häufig karlsbader Zwillinge. Die porphyrischen Quarze enthalten ausser zahlreichen Flüssigkeitseinschlüssen nur vereinzelt lichtbraunes Glas. Einen bemerkenswerten Quarz bot ein Präparat des Porphyrs vom Alto del Pesar. Wie Taf. V, Fig. 6 zeigt, sind in einen einheitlichen Quarz als Wirtsmineral zentral kleine und randlich grössere radialgestellte, auch mehrfach verzwillingte Feldspathleisten eingewachsen.

Gelber hälleflintartiger Porphyr (No. 475), vom Gebirge zwischen dem Rio Cauca und Poblazon. Grünlich gelbe feuersteinartige Grundmasse mit zahlreichen glänzenden Quarzen (bis 8 mm) und weissen bis gelblichen ebenso grossen, in die Grundmasse verschwimmenden Feldspäthen. U. d. M. ist die Grundmasse deutlich krystallin, wenn auch teilweise sehr feinkörnig. Inbezug auf die grünen Beimengungen gleicht sie derjenigen der Porphyre von Coconuco. Wie Pseudomorphosen nach Hornblende (?) sehen langrechteckig und scharf begrenzte Aggregate von gelbem Epidot aus, welche aus den zierlichsten radialstrahligen Sphärolithen dieses Minerales bestehen. Eine etwa 4 mm

grosse, erst u. d. M. bemerkte einschlussartige Partie hatte merkwürdigerweise Zusammensetzung und Struktur eines sehr feinkörnigen Diabases mit frischem Augit.

Ein **schwarzer Porphyr** (No. 474), ebenfalls vom Gebirge zwischen Poblazon und dem Rio Cauca mit hornsteinartiger Grundmasse und 2 mm grossen glänzenden Quarzen und bis 4 mm messenden, weissen und grünlichen Feldspäthen ähnelt in der Struktur der Grundmasse dem vorigen. Dieselbe enthält reichlicher winzige Erzkörnchen und massenhaft farblose, stark lichtbrechende runde Körner.

Krystallarmer Porphyr (No. 479, 480) von demselben Ort. Schmutzig gelbbraun mit dicker gelber Verwitterungsrinde, ist gewissermassen ein Übergang zum Felsitfels. Mit blossem Auge erkennt man keine Einsprenglinge, u. d. M. sind aber trüber Feldspath und Quarz, beide mit guter Krystallumgrenzung, ausgeschieden, ausserdem grünbrauner Glimmer in Gruppen von Fetzen und Schuppen reichlich vorhanden. Die Grundmasse erscheint u. d. M. grob und bestimmt rostfleckig. Mit Salzsäure verschwindet diese Fleckung, welche keine Abhängigkeit von der Grundmassenstruktur zeigt. Die Grundmasse ist sehr feinkörnig adiagnostisch, stellenweise aber gröber.

Felsitfels kommt, wie oben erwähnt, in einschlussartigen Partien in dem gelbbraunen Porphyr vom Alto del Pesar vor. Ein grünlichgraues, scharfkantig und splitterig brechendes, feuersteinähnliches derartiges Gestein (No. 481) stammt vom Gebirgsrücken an der westlichen Caucaseite. Mikroskopisch sind sie von den sehr feinkörnig adiagnostischen Porphyren nicht zu unterscheiden, Einsprenglinge fehlen auch ihnen nicht ganz. Sie sind wohl nur als Schlieren und Ausscheidungen in den Porphyren aufzufassen, welche vielfach kugelig auswittern.

Ein merkwürdiger **Felsitfels** (No. 470) vom Gebirge zwischen Rio Cauca und Poblazon verdient besonders hervorgehoben zu werden. Mäusegrau, hart, dicht, flachmuschlig brechend. Eine unvollkommene schwarze bandartige Streifung verleiht dem Gestein ein schieferiges Aussehen. Das Handstück ist von weissen Quarzadern durchsetzt und zeigt den Felsitfels in Berührung mit einem grünlichgrauen pseudokörnigen (grauwackenähnlichen) Gestein. Das Präparat dieses letzteren gewährt u. d. M. ein sehr unregelmässiges, unordentliches Bild. Helle Flecke, solche, welche wolkige Substanzen, kleine Körner, grüne Zersetzungsprodukte enthalten, grössere Quarz- und Feldspathkörner scheinen zunächst ein ganz gesetzloses Durcheinander zu bilden. Zwischen + Nic. wird dieser Eindruck zwar nicht ganz verwischt, aber es ergiebt sich ein Gestein, welches den früher erwähnten krystallarmen, den Übergang zu den Felsitfelsen bildenden Porphyren entspricht. Ausserdem deutet die Anwesenheit von Granophyrpartien und Belonosphäriten ihre Verwandtschaft mit den Porphyren von Coconuco an. Ähnlichen Erscheinungen, wie namentlich den zahlreich in eine adiagnostische Grundmasse eingestreuten trümmerartigen Feldspäthen und Quarzen begegnet man häufig in den sogenannten porphyrischen Hälleflinta. Dass hier ein mit den Porphyren zusammenhängender Felsitfels vorliegt, ergiebt neben dem bereits oben Gesagten das gleiche Vorkommen. Zum Überfluss wurden in einigen Quarzen gekörnelte Glaseinschlüsse gefunden. An mikroskopischen, das Präparat durchziehenden Epidotäderchen wurde eine merkwürdige Beobachtung gemacht. Porphyrische Quarze, welche in ihrem Wege lagen, bildeten häufig für dieselben ein Hindernis. Die Epidotadern drangen auf beiden Seiten nur ein kleines Stück ein oder liessen den Quarz ganz unberührt. Dagegen bildete ein förmlicher Regen von Flüssigkeitseinschlüssen im Quarz gewissermassen die Verbindung der beiden

Aderenden, ein Umstand, der auf einen ursächlichen Zusammenhang der Flüssigkeitseinschlüsse mit der Entstehung der Epidotadern hindeutet.

Der graue Felsitfels unserer Probe zeigt u. d. M. eine helle massenhaft mit winzigen Körnchen, Schüppchen, grösseren grünen Fetzen erfüllte Masse. Zwischen + Nic. erscheint ein körnig adiagnostisches Aggregat, in welches aber sehr zahlreiche grössere Grundmassenquarze und -feldspäthe eingestreut sind, während porphyrische Ausscheidungen fehlen. Demgemäss wurde das Gestein für einen mit den Porphyren in Verbindung stehenden Felsitfels gehalten.

Breccienartige Porphyre und Porphyr-Porphyritbreccien.

Breccienartige Porphyre (No. 473, 476), vom Gebirge zwischen dem Rio Cauca und Poblazon. Hart, porphyrartig, grünlich- und grauschwarz mit undeutlich sich abhebenden Brocken. Deutlicher tritt die Brecciennatur in einem dickeren Schliff hervor; man sieht dann helle und schwarze eckige Brocken scharf oder verschwimmend in einer feineren selbst breccienartigen und schlierigen Masse liegen. Die beteiligten Porphyre entsprechen den oben beschriebenen helleren und dunkleren Porphyren, namentlich ist der letztere reichlich vertreten, während die an grünen Mineralien reichen Gesteine seltener auftreten. Die undeutliche Abgrenzung der Brocken gegen die verkittende Porphyrmasse, die schlierenartige Struktur und die Zertrümmerungserscheinungen in der letzteren, zerbrochene, gebogene, verschobene Einsprenglinge deuten auf starke Bewegungen in dem noch weichen Gestein, während feine mikroskopische Quarzadern geringe nachträgliche Druckbeeinflussung erkennen lassen.

Noch deutlicher breccien- bis konglomeratartig sind zwei Gesteine von demselben Ort (No. 471, 478), sie stehen an der Subida del Pesar am linken Ufer des Rio Cauca am Weg von Coconuco nach Popayan an. Dunkelgrün und grünlichgrau, weissgefleckt. Eckige und runde Brocken der grünen Porphyre, des Felsitfelses sind durch epidot- und chloritreichen Quarz zu einem festen Gestein verkittet. Auch porphyritisches Material nimmt an der Zusammensetzung teil. Demselben gehören Bruchstücke an, welche in einem fluidalen Feldspathleistenfilz mikroskopische Chloritmandeln zeigen (Spilit). Überhaupt ist das ganze Gestein reich an grünen Neubildungen und an Epidot.

Interessant sind diese Gesteine noch wegen ihrer Druckerscheinungen. Vielerorts bemerkt man im Mikroskop, dass die Brocken sich mechanisch beeinflusst haben; besonders machte sich das an porphyrischen, die Grenze erreichenden Quarz- und Feldspathkrystallen geltend, sie wurden zertrümmert, in ein Aggregat aufgelöst, welches seine Verbindung mit dem nach innen liegenden noch einheitlichen Krystall deutlich kund giebt. Wenige Male fiel eine recht schöne regelmässige Zertrümmerung des Quarzes auf, welche an diesem Mineral bekanntlich selten ist wegen der fehlenden Spaltbarkeit. Taf. VI, Fig. 2, 3 zeigt das schönste Beispiel für einen Wabenquarz,[1]) wie man diese Erscheinung genannt hat. Schon im gewöhnlichen Licht erkennt man deutlich die ausgezeichnete Zellenstruktur. Die Grenzen der sechsseitigen Felder bilden nicht Risse, sondern nur Flächen, welche durch staubförmige Einlagerungen und Flüssigkeitseinschlüsse bezeichnet werden. In der Mitte dagegen und am unteren Ende ist, wie zwischen gekreuzten Nicols deutlich beobachtet werden kann, der äussere Zusammenhang und damit auch die einheitliche optische Orientierung aufgehoben.

---

1) Zirkel, Petrographie. 1894, II, 200.

Porphyritmandelstein (Spilit) (No. 472), Gebirge zwischen dem Rio Cauca und Poblazon.

Braunschwarzes, melaphyrähnliches Gestein mit 2 1/2 mm breiten Epidotadern und weissen, bis 15 mm grossen, meist genau kreisrunden, auch länglichen Mandeln. Die sehr dunkle, schwer auflösbare Grundmasse besteht u. d. M. aus einem, an kleinen Erzkörnchen reichen fluidalen Filz von Feldspathleisten, zwischen denen grüne Säulchen schwer bemerkt werden können. Mikroporphyrisch ausgeschieden sind spärlich schmalleistenförmige und breiter rechteckige Plagioklase und grüne Hornblendesäulen, welche vermutlich ebenso wie die der Grundmasse sekundären Ursprungs, also Uralit sein mögen, wenn ein sicherer Anhalt dafür auch fehlt. Die scharfbegrenzten, ursprüngliche Hohlräume darstellenden Mandeln sind auch in mikroskopischer Kleinheit so zahlreich vorhanden, dass der Schliff bei schwacher Vergrösserung wie siebförmig durchlöchert aussieht. Ausgefüllt werden sie von Quarzkörnern und -stängeln, letztere häufig mit roh radialstrahliger Anordnung, so dass sie dann recht den Feldspathmandeln im Melaphyrmandelstein aus dem Rio Bugalagrande (S. 109) ähneln. Der Quarz der Mandeln erscheint durch Wolken winziger Flüssigkeitseinschlüsse bräunlich getrübt.

Augitporphyrit (No. 482), vom Gebirgsrücken auf der linken Seite des Rio Cauca (s. o.). Es stehen nur stark zersetzte dunkelgrüne Brocken zur Verfügung, an denen makroskopisch nicht viel zu sehen ist. Die mikroskopische Betrachtung zeigt merkwürdige Verhältnisse. In einer fast nur aus faseriger, wirrstrahliger grüner Hornblende bestehenden Grundmasse liegen zahlreiche grosse, meist gut krystallographisch begrenzte, fast farblose Augite. Dieselben sind meist sehr rein und frisch, manche scharenweise mit Flüssigkeitseinschlüssen erfüllt. In vielen Augiten hat auf Sprüngen die Umwandlung in Uralit begonnen, oder zahlreiche Uralitpartien sind regelmässig fleckenartig eingestreut. Helle, teilweise von feinkörnigem Epidot, neugebildeter faseriger Hornblende und Quarz-Feldspathaggregat eingenommene Partien, zuweilen mit scharfen Umrissen, können als umgewandelte Feldspäthe gedeutet werden, so dass das Gestein einen Diabasporphyrit darstellen würde, dessen Grundmasse vollständig von uralitischer und gewanderter Hornblende überwuchert ist. Besseren Aufschluss gaben einige weitere nachträglich angefertigte Präparate des Gesteines. In denselben ist die Überwucherung der Grundmasse noch nicht so weit vorgeschritten, die Grundmassenfeldspäthe blieben in der Form, teilweise auch stofflich, erhalten und man erkennt eine diabasische Struktur der Grundmasse.

Junge Eruptivgesteine.

Pyroxenandesit (No. 461), steht beim Dorfe Coconuco an. Grau, feinporphyrisch, mit ausgezeichneter plattenförmiger Absonderung. U. d. M. ist die Grundmasse ein fluidaler etwas gröberer dichter Filz von Feldspathleisten. Reichlich sind Feldspath und Augit ausgeschieden. Letzterer dürfte zu einem grossen Teil wegen seines kräftigen Pleochroismus und seiner geraden Auslöschung Hypersthen sein. Spärlich tritt braune erzumrandete Hornblende auf.

Gerölle von etwas zersetztem, ferritisch braun gefärbten, teilweise opalisirten Pyroxenandesit aus dem Rio Blanco bei Coconuco (No. 462) unterscheiden sich nicht wesentlich von dem vorigen. Einige von ihnen sind mit einer Kruste traubigen **Psilomelans** umgeben. Das **Mangan** dieses Minerales stammt jedenfalls aus den heissen (73°) Quellen (Agua hirviendo), welche eine Stunde südöstlich von Coconuco an einem Hügel hervorbrechen. In dem Wasser derselben hat BOUSSINGAULT [1])

1) Litt. No. 39.

Mangan nachgewiesen. Sie scheiden ausserdem manganhaltigen Kalksinter in Krusten und schönen stalaktitischen Formen und pulverigen Schwefel ab.

Eine **Obsidianbombe** von Poblazon mit eigentümlicher Oberfläche (vergl. Taf. VII, Fig. 1) soll im nächsten Abschnitt im Verein mit einer anderen von Patía beschrieben werden.

D. Nach dem Vulkan Sotará.

Litteraturverzeichnis No. 4, 9, 9a, 64, 72, 79, 90, 104.

Auf dem südlich gerichteten Wege von Popayan (1741 m) nach dem Sotará berühren wir folgende Punkte: Chiribío (2099 m), Paispamba (2550 m), Hacienda de Sotará (2228 m), Rio Quilcasé (2091 m), Sotará (Gipfel 4435 m).

Geologie. Die Litteraturangaben über ältere Gesteine dieses Gebietes sind sehr spärlich. Wiederholt möge die bereits beim Puracé gemachte Bemerkung Humboldts[1]) werden, dass unter den Porphyren vom Puracé und Sotará dieselben Glimmerschiefer hervortreten wie bei Robles u. s. w. Žujović[2]) beschreibt vom Sotará einen „Hornblendemikrogranulit“.

Die einzigen hier vorliegenden Gesteine, welche die Anwesenheit eines aus **krystallinen Schiefern** und älteren Sedimentgesteinen bestehenden Grundgebirge andeuten, sind Phyllite, Graphitphyllit mit eingelagertem Graphitquarzit. Dieselben stehen am Rio Quilcasé unterhalb der Hacienda von Sotará an, durchsetzen wie eine Mauer das Sotaráthal (erster Bach im grossen Sotaráthal) und sind am Nordwestabhang des Sotará bei der Mine Azurca in der ersten und dritten Quebrada angetroffen worden. Sie entsprechen vollständig den im VIII. und IX. Abschnitt geschilderten Gesteinen von Manizáles und Toribío (S. 112 und 125) und bilden wahrscheinlich die südliche Fortsetzung derselben. Jedenfalls haben wir in ihnen auch die Glimmerschiefer Humboldts zu erblicken.

In verhältnismässig grosser Zahl sind dagegen **ältere Massengesteine** vertreten. Genau dieselben, von Breccien und hälleflintartigen Gesteinen begleiteten Porphyre, welche die Gebirgsrücken an der linken und rechten Caucaseite bilden (siehe d. vor. Abschn.), kehren am Sotará wieder. Wie das Gebirge, dem der Vulkan Sotará aufgesetzt ist, topographisch die Verlängerung des Rückens auf der linken Caucaseite darstellt, so scheint auch in geologischer Beziehung eine weitgehende

1) Litt. No. 9a, S. 88, 132. 2) Litt. No. 90, S. 53, 55.

Übereinstimmung beider Gebiete zu herrschen. Dieselbe wird noch erhöht durch das Vorkommen von diabasischen Gesteinen und von propylitisch zersetzten Andesiten auch im Bereich des Sotará. Neu ist hier nur das Auftreten von Gabbro. Die erwähnten Porphyre und Diabase werden als eigentliche nicht vulkanische Unterlage des Vulkanes Sotará bezeichnet, während die propylitartigen Gesteine nach Stübel einen Teil der alten „nicht vulkanischen cirkusartigen Umwallung" desselben in 3700 m Höhe bilden. Wie unten noch ausführlicher zu zeigen sein wird, dürfte der Sotará eine der geeignetsten Örtlichkeiten sein, die geologische Stellung der „Propylite" in Colombia zu bestimmen.

Petrographische Bemerkungen.

(Stübelsche Sammlung No. 483—508, Reisssche Sammlung 34 Stück.)

Krystalline Schiefer.

Graphitphyllit, durchsetzt wie eine Mauer den ersten Bach im grossen Sotaráthal. Ebenschieferig, dunkelgrau, auf den Schichtflächen mit silberglänzenden Glimmerhäuten versehen. Mikroskopisch entspricht er vollständig dem Graphitphyllit von der Hacienda El Salado bei Toribío (S. 125).

Ein **Graphitphyllit** (No. 501), welcher in den unteren Teilen des Rio Quilcasé ansteht und von Konglomeraten überlagert wird, ist viel kohlenstoffreicher, schwarz, fettglänzend, dünnblätterig, flaserig bis verworren schieferig, färbt ab. In demselben eingelagerter **Graphitquarzit** (No. 502) bildet mehrere Fuss mächtige Bänke. Das Gestein ist grauschwarz, scheinbar feinkörnig, dickschieferig und stellenweise reich an Pyrit.

Deutlicher schieferige Arten, teils blauschwarz, teils heller blaugrau, finden sich in der Mine Azurca in der ersten Quebrada am Nordwestabhang des Sotará und ebenda in der dritten Quebrada. Die Gesteine entsprechen in Bezug auf Zusammensetzung und mikroskopische Struktur mit kleinen Schwankungen dem „Halbphyllit" aus dem Rio Olivarez (S. 112), nur sind sie quarzreicher und quarzitischer.

Altere Massengesteine.

Quarzporphyre: Granophyre. Grüner Porphyr (No. 483) auf dem Wege von der Hacienda Sotará nach dem Páramo auf der linken Seite des Rio Quilcasé etwa 300 m über dem Flusse anstehend. Hellgraugrün, mit brauner, nach aussen heller gelb werdender Verwitterungsrinde, kleinporphyrisch, mit kleinen wenig hervortretenden weissen und grünlichen Feldspäthen, dunklen Körnchen und kleinen Pyriten; Quarz kaum bemerkbar.

Dunkler schwärzlichgrau ist die Grundmasse eines Porphyrs (Block) aus dem Rio Quilcasé (No. 484). Hellgrau und gröber porphyrisch ist ein Porphyr (No. 489), der in Blöcken im

Rio Quilcasé bei der Hacienda Sotará vorkommt. Bis 4 mm grosse rötliche Feldspäthe, reichlich bis 5 mm messende Quarze, zahlreiche grüngelbe Epidotflecken.

Schwärzlichgrauer Porphyr (No. 487/8, 491), Blöcke im Rio Quilcasé bei der Hacienda Sotará, krystallreich grobporphyrisch mit zahlreichen hellgrünlichen Feldspäthen (6 mm) und glänzenden Quarzen (6 mm).

In einem hellgrauen Porphyr (No. 492) von demselben Ort lassen sich die zahlreichen bis 8 mm grossen abgerundeten Quarze leicht herauslösen, der Feldspath tritt weniger hervor.

Die aufgeführten, in Farbe, makroskopischer Beschaffenheit der Grundmasse, Zahl und Grösse der Einsprenglinge verschiedenen Porphyre gehören sämtlich zu den Granophyren und schliessen sich so den auf S. 140 erwähnten Porphyren von Coconuco an, sie zeigen aber die Mikropegmatit- und Belonosphäritstruktur noch besser entwickelt und in eigentümlicher Weise ausgebildet. In einer sehr feinkörnig adiagnostischen Grundmasse sind neben Orthoklasleisten und Quarzkörnern zweiter Generation auch zahlreiche, aus Quarz und Orthoklas gemengte Belonosphärite ausgeschieden. Dieselben haben verschiedene äussere Gestalt, sind ähnlich den Feldspäthen leistenförmig, verbreitern sich zuweilen an den Enden garbenartig, zeigen im Durchschnitt runde, elliptische bis kreisförmige Gestalt. Ebenso ist die Form und Verwachsungsweise der Quarz- und Feldspathteile mannigfaltig wie bei dem Mikropegmatit. Radialstengelige, deutlich aus Fasern beider Mineralien bestehende Belonospärolithe gehen in sehr feinfaserige Pseudosphärolithe über, bei denen man die gemengte Natur nicht mehr erkennen kann.

Die beiden zuletzt aufgeführten Porphyre gewähren u. d. M. denselben Anblick wie der auf S. 128 beschriebene Porphyr von der Subida de Machai, indem die Grundmasse aus lauter runden grünumsäumten Körnern zu bestehen scheint. Zwischen + Nic. ergeben sich die gleichen Verhältnisse wie dort, nur kann hier festgestellt werden, dass ein grosser Teil der „Sphärolithe", wahrscheinlich alle, Belonosphärite sind, wie oben beschrieben wurde. Der Unterschied gegenüber den ersten Porphyren besteht nur darin, dass die Belonosphärite kleiner und in Form und Zusammensetzung sphärolithähnlicher sind.

Wie bei den Coconucoporphyren finden wir auch hier die Grundmasse vielfach von den grünen Schuppen, Blättchen und Fetzen erfüllt. Im übrigen wiederholen sich dieselben Verhältnisse wie dort.

Etwas abweichende Grundmasse hat ein heller grünlichgrauer, unbestimmt hell und dunkel gefleckter Porphyr zwischen dem 1. und 2. Zufluss des Sotará. Bei gewöhnlichem Licht u. d. M. glaubt man eine Breccie vor sich zu haben, indem helle Partien mit chlorit- und epidotreichen wechseln. Zwischen + Nic. ergiebt sich aber ein einheitlicher Porphyr, dessen krystalline adiagnostische Grundmasse reich an gröberen und zugleich grüne chloritische Zersetzungsprodukte enthaltenden Nestern ist. Auch die porphyrischen Feldspäthe beherbergen Chlorit und Epidot reichlich.

Dichter Quarzdiabas (No. 486, 494), Block im Rio Quilcasé und auf dem Wege zwischen der Hacienda Sotará und Paispamba anstehend, „zum Grundgebirge des Sotará gehörig". Körnig dicht, dunkelgrün, mit einzelnen kleinen porphyrischen Augiten. Eine Probe von der zweiten Örtlichkeit ist von braunen rostigen Klüften durchzogen. Die gleichmässig körnigen Arten zeigen u. d. M. die durch die automorphe Natur des Feldspathes und die xenomorphe Begrenzung des Augites bedingte Diabasstruktur sehr gut, sind verhältnismässig augitarm und enthalten keinen unzersetzten Pyroxen mehr. Derselbe ist ganz in Chlorit, weniger in Uralit umgewandet. Ebenso

erfüllen den Feldspath dicht Zersetzungsprodukte, besonders Chlorit und Epidot. Dunkle wolkige Häufchen haben das Aussehen zersetzten Titaneisens. Der Diabas mit porphyrischem Augit ist reicher an diesem Mineral und zeigt dasselbe zum grösseren Teil noch frisch. Auffällig ist an letzterem der reichliche Gehalt an Flüssigkeitseinschlüssen. Beide Diabasarten zeichnen sich durch die Anwesenheit grösserer einheitlicher, zweifellos ursprünglicher Quarzkörner aus, welche meistens wie der Augit die Lücken zwischen den Feldspäthen ausfüllen. Von wolkigen Substanzen gebildete Quetschlinien durchziehen die Präparate des Diabases mit ganz umgewandeltem Augit.

Diabasporphyritmandelstein (No. 493), Geröll im Rio Quilcasé. Dunkelgrün, mit weissen, bis 8 mm grossen Kalkmandeln. Das Gestein ist quarzfrei, gleicht aber im übrigen den vorigen Diabasen. Die ziemlich grobe Grundmasse besteht aus schlanken Feldspathleisten und den Zersetzungsprodukten des Augites und Feldspathes, Chlorit, Calcit und Epidot; letzterer tritt viel in radialstrahligen Aggregaten auf. Porphyrisch sind Feldspath und teilweise noch frischer Augit ausgeschieden.

Diabas-Diabasporphyritbreccie (No. 490), Blöcke im Rio Quilcasé bei der Hacienda Sotará. Äusserlich gleicht das Gestein einem dunkelgrünen Diabasporphyrit mit zahlreichen grünlichen, bis 4 mm grossen Feldspatheinsprenglingen. Erst u. d. M. kommt die Brecciennatur deutlicher zum Vorschein, obwohl die Struktur durch massenhafte grüne Neubildungen stark verwischt ist. Am schärfsten heben sich noch runde Spilitbrocken desselben Gesteines heraus, welches auch in dem Konglomerat vom Alto del Cauca (S. 133) beobachtet wurde — fluidaler Feldspathmikrolithenfilz mit mikroskopischen grünen Mandeln. Die übrige Gesteinsmasse sieht wie das grobe Zertrümmerungsprodukt eines körnigen Gesteines (Diabases?) aus. Krystalle und Trümmer von getrübtem Plagioklas, viel Orthoklas, Quarz, Augit (mit Glaseinschlüssen!) schwimmen in schmalen und breiten Strömen einer grünen und gelbgrünen Substanz, in der zahlreiche, dickwandigen runden Pflanzenzellen gleichende radialfaserige grüne Mandeln sichtbar sind.

Saussuritgabbro (No. 495), auf dem Wege zwischen Paispamba und der Hacienda de Sotará anstehend. Grob- bis mittelkörnig, hell, gelblichweiss. Das Gestein besteht aus trübem, grauem, grünlichem und gelblichem Feldspath und vollkommen blätterig gewordenem, ausgebleichtem silberweissem und -glänzendem (fast glimmerähnlichem), selten noch bräunlichem Diallag. Die Struktur des Gesteines ist zum Unterschied von den früher erwähnten amphibolitisierten Gabbro (S. 20, 110) massig. Wie in dem feinkörnigen „Gabbro" aus der Quebrada Overo (S. 110), so ist hier der Feldspath durchgehends derartig dicht von farblosen bis grünlich schimmernden Körnchen erfüllt, dass er selbst nirgends beobachtet werden konnte. Dagegen liegt der Diallag zum grössten Teil unversehrt vor. Selten besitzt er noch kompakte Beschaffenheit und braune Farbe, meist hat er hellere Farbe und eine ausgezeichnete Blätterigkeit nach (100) angenommen, welche sich in der auf Taf. IV, Fig. 6 dargestellten scharfen Faserung geltend macht. Einlagerungen fehlen vollständig, die grösste Auslöschung beträgt 40°. Die Wirkung von Gebirgsdruck, auf dessen Rechnung auch die stofflichen Umwandlungen im Gestein zu setzen sind, erkennt man in ausgezeichnetster Weise ausser an Quarzadern vornehmlich an den mechanischen Veränderungen des Diallages. Wie Fig. 6 auf Taf. IV deutlich zeigt, sind die Fasern einzeln oder reihenweise gestaucht, geknickt, verworfen, ja in starke Falten gelegt. Den Diallag ganz regellos durchziehende Adern bestehen aus farbloser faseriger und kompakter Hornblende mit paralleler, zum Diallag orientierter oder unregelmässiger Stellung.

Zuweilen setzen sich Diallagfasern reihenweise unmittelbar in farblose Amphibolfasern fort. — Das Gestein bildet einen ausgezeichneten Hinweis auf die Entstehung der früheren „Saussuritamphibolite".

Kontaktmetamorpher gebänderter Schiefer (No. 500), Block in der Quebrada, mit Quarz und Thonschieferstücken vorkommend. Körnig dicht, hart, zum Unterschied von der gebänderten „Hälleflinta" rauh, deutlich und scharf gebändert, indem breite bis messerschneidendünne weisse und grünlichgraue Lagen mit ebensolchen schwarzen wechseln. Mikroskopisch hat das Gestein eine verblüffende Ähnlichkeit mit den Felsitfelsen von Coconuco (S. 141). Indessen muss es seinem Äussern nach für einen kontaktmetamorphen Thonschiefer gehalten werden. Die dunklen Lagen erhalten ihre Farbe durch den Gehalt an schwarzen wie Erz aussehenden Substanzen, welche sich aber bei stärkerer Vergrösserung an manchen Stellen als dichte Anhäufungen winzigster heller Körnchen erkennen lassen.

Propylite und Andesite.

Propylitisch zersetzter Andesit (Propylit?) (No. 496) bildet nach STÜBEL einen Teil der alten, „nicht vulkanischen, cirkusartigen Umwallung" des Sotará, 3700 m. Auf den ersten Blick glaubt man einen dunkelgrünen feinkörnigen bis dichten Diabas vor sich zu haben. Bei näherer Betrachtung fallen indessen zahlreiche kleine (1 mm) glasige blitzende Feldspäthe auf, welche durch ihre Farbe kaum hervortreten. Das Mikroskop zeigt ein ausgesprochen porphyrisches Gestein. In einer klaren, mit dunklen Körnchen und grünen Blättchen und Schuppen locker erfüllten Grundmasse sind scharf begrenzte Plagioklase und grünzersetzte Mineralien ausgeschieden. Die Grundmasse scheint vollkrystallin zu sein und zwar mehr rundlichkörnig mit etwas unbestimmter Gestalt der Elemente; kurz leistenförmige Feldspäthe sind darin nur spärlich eingestreut. Sie stellt so einen Typus dar, wie er bei den Andesiten zwar auch vorkommt und von KÜCH beschrieben worden ist, aber selten auftritt. Mehr schliesst sie sich derjenigen der im nächsten Abschnitt zu beschreibenden eigentümlichen Porphyrite an. Dagegen haben die porphyrischen Feldspäthe den ausgesprochensten andesitischen Charakter. Die scharfe Begrenzung und Verzwillingung, die ausgezeichnete Zonalstruktur, die vollkommene glasige Frische und der Reichtum an farblosen, mitunter auch braunen Glaseinschlüssen mit Blase, alle diese Dinge sind den unzweifelhaft älteren Porphyriten im allgemeinen, jedenfalls denen Colombias ganz fremd. Auch die Gestalt und Anordnung der Glaseinschlüsse, namentlich ihre zonenförmige Häufung erblickt man nur in jungen Eruptivgesteinen wie den Andesiten Colombias. Der ziemlich reichlich vorhanden gewesene dunkle Gemengteil ist vollständig zersetzt in ein zartfaseriges grünes Mineral (Bastit), welches häufig innerhalb der Grenzen des ehemaligen Minerales zierliche radialstrahlige Rosetten bildet. Die Hornblendenatur des Mutterminerales kann in manchen Fällen an wohlerhaltenen Querschnitten mit Erzrand erkannt werden. Sehr häufiges Zersetzungsprodukt ist auch Calcit, welcher nebst Erzrand ebenso Pseudomorphosen nach Amphibol bildet.

Wie aus dem Gesagten erhellt, unterscheidet sich das Sotarágestein etwas von den bisher beschriebenen „Propyliten". Bei dem Puracépropylit (S. 134) hatte gerade die Grundmasse andesitischen Charakter, während die stoffliche Veränderung des Feldspathes und seiner Glaseinschlüsse schon weiter gediehen war als hier. Diese Verschiedenheit kann indessen angesichts der merkwürdigen oft rätselhaften Verhältnisse, nach denen z. B. in einem Andesit oder Dacit die Hornblende bei wohlerhaltenem Biotit vollständig zersetzt ist, nicht wunder nehmen.

In einer zweiten dem vorigen im übrigen ganz gleichen Probe von demselben Orte ist die Hornblende noch erhalten. Sie hat teilweise braune, teilweise wahrscheinlich infolge von eingetretenen Veränderungen grüne Farbe, durch dicken Erzrand und Glaseinschlüsse aber andesitischen Charakter.

Als weitere Zersetzungsstufen des „Propylites" sind zwei Gesteine von dem gleichen Orte anzusehen. Eins derselben (No. 497), ausgebleicht, heller grüngrau, stimmt mikroskopisch mit dem vorigen überein, nur ist die Grundmasse trüber geworden durch körnige Substanzen, die grünen Blättchen sind verschwunden, die Hornblendeformen meistens verwischt, und die grünen faserigen Umwandlungsprodukte haben sich nebst Quarz und Calcit in unregelmässigen Hohlräumen angesiedelt. Dagegen wurde der Feldspath noch wenig berührt, er besitzt auch hier andesitischen Charakter und enthält zahlreiche schöne Glaseinschlüsse.

Die zweite Probe (No. 498) zeigt weisse Farbe, klingt beim Anschlagen und ist von zahlreichen, oft eckig begrenzten kleinen Poren durchsetzt. U. d. M. erweist sich die Grundmasse als ein durch winzige Körnchen etwas getrübtes ziemlich gleichmässig körniges Quarzaggregat. Dasselbe nimmt auch in gleicher Weise die Räume der wenigen, der Form nach noch vorhandenen Feldspäthe ein, während die meisten der letzteren ausgelaugt sind. Dagegen haben sich die Hornblendekrystalle als Pseudomorphosen trüber wolkiger Substanzen gut erhalten. Grüne Zersetzungsprodukte fehlen ganz. Das Gestein stellt demnach einen verkieselten (verquarzten) Andesit (oder Propylit) dar. Die Ursache für diese weitgehende Umwandlung dürfte in Fumarolen und Solfataren zu suchen sein, welche die Eruptionen begleiteten. Denn ein dem eben beschriebenen gleichendes noch helleres Gestein (No. 499) ist mit Schwefel erfüllt.

Einem ganz anderen propylitischen Andesit- (bez. Dacit-)Typus gehört ein Gestein an, welches in kleinen Blöcken am Westabhang der Mina Azurca bei der Hacienda de Sotará vorkommt und durch fünf Proben vertreten ist. Es sind dunkel- bis hellgraue Gesteine, „steinige Andesite", wenn man zunächst voraussetzt, dass sie zu den Andesiten gehören, in denen man bis 10 mm grosse weisse glänzende und blitzende Feldspäthe, dunkle Säulen und Blättchen bemerkt. Sie lassen sich nach ihrer mikroskopischen Beschaffenheit kurz und im Gegensatz zu dem propylitisch zersetzten Andesit der alten Sotaráumwallung folgendermassen kennzeichnen. Die Grundmasse scheint vollkrystallin zu sein, ist hell und klar, in einem Falle durch Ferritstäubchen braungelb getrübt, besteht aus teilweise fluidal angeordneten zarten Feldspathmikrolithen, runden oder buchtigen oder auch unregelmässig und unbestimmt begrenzten Körnern, deren Feldspathnatur zuweilen aus der Streifung ersehen werden kann. Und zwar finden sich diese verschiedenen Elemente meist in derselben Grundmasse vereinigt. Von etwas gröberen Quarzaggregaten kann man die primäre Natur anzweifeln. Wie aus der Darstellung von Küch und anderwärts hervorgeht, kommen derartig beschaffene Grundmassen, wenn auch seltener, bei unzweifelhaften Andesiten und Daciten vor. Grüne Schuppen fehlen, ausser dem bereits genannten Ferrit tritt als Neubildungsmineral Calcit in kleinen zerstreuten Fetzen in der Grundmasse auf. Als porphyrische Einsprenglinge findet man in allen Proben Plagioklas, Hornblende und Biotit auf; Quarz fehlt und kleine Körner von Augit werden nur vereinzelt bemerkt. Die Hornblende ist in vier Proben zum grössten Teil frisch, immer kompakt, hat dann grüne Farbe und stets einen schmalen lockerkörnigen Erzrand. (Vergl. S. 96.) Reichlich erfüllen sie zuweilen jene auf S. 129 aus einem Porphyrit erwähnten Einschlüsse, bei denen man immer von neuem in Zweifel gerät, ob man sie für Glas oder für Flüssigkeitseinschlüsse halten soll. Hier neigt man sich mehr dem ersteren zu. Besonders galt dies für einige Fälle, in denen diese Dinge central nach Art der Glaseinschlüsse im Feldspath angehäuft waren. In einem Gestein ist die Horn-

blende unter Erhaltung des Erzsaumes ganz in eine grüne feinfaserige serpentinartige Substanz und Calcit umgewandelt. Immer unzersetzt, in dem letzten Gestein wenigstens teilweise unversehrt liegt der braune Biotit vor. Ein schmaler, lockerkörniger Erzsaum ist auch ihm eigen, kräftige Rutilnadeln finden sich zuweilen ausgeschieden. Der porphyrische Feldspath zeigt am ausgesprochensten in der früher (S. 148) angedeuteten Weise andesitischen Charakter mit der einzigen Einschränkung, dass Glaseinschlüsse, in der charakteristischen Anordnung zwar vorhanden, verhältnismässig aber selten sind, teilweise scheinen sie schon zersetzt zu sein. Ganz frische Glaseinschlüsse wurden ausserdem in kleinen Augitkörnern bemerkt. Die angedeuteten Eigenschaften vereinigen sich so zu einem Gesamteindruck, der weder einem normalen Andesit noch weniger vielleicht einem älteren Porphyrit entspricht. Von den als „propylitisch zersetzte Andesite“ bezeichneten Gesteinen unterscheiden sich diese durch den Mangel oder durch die Armut an eigentlichen Zersetzungserscheinungen. Wie wir diese Gesteine auffassen können, soll später eingehender erörtert werden.

XI. Von Popayan nach Pasto.

Litteraturverzeichnis No. 8, 9, 9a, 19, 59, 64, 72, 90, 104, 122.

Auf der zwischen West- und Mittelcordillere sich ausbreitenden Hochebene, auf welcher Popayan (1741 m) liegt, zieht sich in geringer Entfernung südlich von Popayan von Ost nach West ein Querriegel. Er bildet die Wasserscheide zwischen dem nordwärts gewendeten Rio Cauca und dem südwestlich fliessenden Rio Patía. Letzterer empfängt auf seiner linken östlichen Seite zahlreiche Zuflüsse von der westlichen Abdachung der Mittelcordillere.

Das Gebiet südlich von dem erwähnten Querriegel wurde von den Herren Reiss und Stübel auf verschiedenen Wegen durchreist.

A) Herr Reiss nahm seinen Weg sofort südlich und überquerte die zahlreichen, nach Westen sich vorschiebenden Gebirgsrücken und Flüsse, dabei folgende Punkte berührend:

Popayan (1741 m), Alto del Roble (1821 m), Rio Timbío, Timbío, Rio Quilcasé (1333 m), Dolores (Markt 1689 m), Rio Esmita (1082 m), Cerro Brancazo, Quebrada Sabaleta, Los Arboles (1451 m), am rechten (westlichen) Ufer des Rio Guachicono abwärts über San Francisco (1159 m), Barrancon (870 m), über den Rio Guachicono (740 m) nach Lerma (1075 m), Teta de Lerma (Gipfel 2120 m), Rio Sánchez (871 m), Cuchilla zwischen diesem und Rio San Jorje (1078 m), Las Juntas de Marmato

(1162 m), Rio San Jorje (1021 m), Bolívar (1727 m), Rio Sambingo (1164 m), Las Cruces de Batera (2539 m), San Pablo (1728 m), La Cruz (2440 m) — Ausflug in das obere Mayothal (Sombrerillos 1172 m), Ausflug nach dem Cerro de las Petacas (4054 m, Escandoy 2443 m, Quebrada honda 3507 m), Ausflug nach dem Páramo de las Animas (4242 m), Ausflug nach dem Páramo de Tajumbina (4125 m, Rio Janacatú 1826 m) — El Tambo (1845 m), Rio Vado (1412 m), El Tablon (1619 m), Rio Juanambú (1419 m), Rio Toldapamba (1574 m), Buesaco (1998 m), Pasto (2544 m).

B) Herr Stübel ging von Popayan auf der Wasserscheide westlich über den Rio Hondo nach El Tambo (1745 m), machte einen Abstecher über La Chapa (1865 m) nach dem Cerro Munchique (3012 m) in der Westcordillere und folgte dann von El Tambo aus im wesentlichen dem Laufe des Rio Patía südlich nach Pasto mit Berührung folgender Punkte: San Roque (1022 m), Rio Timbío (909 m), Quilcasé (926 m), Rio Quilcasé, Rio Esmita, Patía (615 m), Rio Guachicono (611 m), Mojarras (554 m), Mercadéres (1213 m), Sombrerillos (1218 m), Rio Mayo (1172 m), La Union (1735 m), Alto de los Arenales zwischen Rio Mayo und Rio Juanambú (2779 m), Berruécos (2230 m), Rio Juanambú (1187 m), Menéses (2495 m), Alto del Tambo del Obispo (2916 m), Alto de Aranda (2987 m), Pasto (2544 m).

Das Gebiet beider Reisen gehört sonach mit Ausnahme des Cerro Munchique der Westseite der Mittelcordillere an.

Geologie. Die ausführlichsten Angaben über die nichtvulkanischen Gesteine finden wir wiederum in Humboldts geognostischem Versuch (Litt. No. 9, 9a), bei denen allerdings die Unterscheidung zwischen alten Porphyren und jungen vulkanischen Gesteinen (Andesiten) oft schwer, wenn nicht unmöglich ist. Aber mit scharfem Blick hat Humboldt bereits die Fragen angeschnitten, welche noch jetzt ihrer Lösung harren (siehe unten). Aus Humboldt verdient hier folgendes angeführt zu werden:

Vom Cerro Munchique erwähnt er Ursyenit, auf Gneiss gelagert und zum Theil (?) überdeckt mit Urglimmerschiefer (S. 83). — Vom Nevado von Quindiu weiter vordringend, sieht man Urglimmerschiefer unter den Trachyten und Übergangsporphyren von Popayan (im Süden der Vulkane von Sotara und Purace) heraustreten, er bleibt weiter sichtbar von Alto del Roble bis ins Thal von Quilcasé ...., erscheint wieder zwischen Almaguer und dem Rio Yanacatu zwischen Vaisaco und dem Vulkan von Pasto (S. 88, 132). — Der Alto de los Robles selbst besteht aus Glimmerschiefer (Streichen N 60° O wie der Gneissglimmerschiefer des Andes von Quindiu, Fallen 50° SO) (S. 132). — Wahrhafte Gneissbruchstücke (glimmerreicher Gneiss) in einem augitreichen Trachyt eingeschlossen am Fuss des Cerro Brancaso, eine ungemein denkwürdige geognostische Thatsache (S. 134, 342). — Auf dem Glimmerschiefer ruhen in den Schluchten zwischen dem Rio Quilcase und dem Rio Esmita die Porphyrgesteine des Cerro Brancaso und jene, die nach Süden

folgen zwischen Los Robles und dem Paramilla von Almaguer. Auch die grossen Quarzblöcke, welche man zerstreut findet, verkünden überall die Nähe des Glimmerschiefers (S. 132). — Porphyre, welche durch den Cerro Brancaso nach den Glimmerschiefern des Alto de los Robles sich erstrecken, und die zum Teil überdeckt sind mit Grünstein von kugeliger Struktur, durchaus ähnlich dem Grünstein der Übergangsgebilde Deutschlands (S. 132, 135/6). — Porphyre vom Rio Guachicon und Rio Putes (S. 138). — An den Ufern des Rio Smita habe ich in diesen Porphyren, in den porfido verde der Alten übergehend, Lagen gesehen, die fast ganz frei waren von eingelagerten Feldspathkrystallen; es sind Saussuritmassen, spargel- oder lauchgrün. Eine zahllose Menge kleiner Quarzgänge durchsetzen jene Felsarten (S. 133). — Porphyr mit schwarzem Glimmer füllt die Thäler der kleinen Flüsse San Pedro, Guachicon und Putes; er verbirgt sich zuweilen unter einem kugelig abgesonderten Grünstein (133/4, 141/2).

Schmarda (Litt. No. 79) berichtet, dass die Ufer des Gonnamba (Juanambú) aus Glimmerschiefer bestehen (S. 293). In Pueblo los Sombrerillos sieht er einen Korb voll Granaten, die in den Bächen der Umgegend vorkommen und in Glimmerschiefer eingewachsen gewesen sein sollen (S. 296).

Žujovič (Litt. No. 90) beschreibt Mikrogranulite von nicht genannten Orten zwischen Popayan und Pasto, aus dem Rio Mayo und vom Rio San Gorgos (S. 51—56).

Die hier zur Verfügung stehenden Gesteine ergeben folgendes geologische Bild:

Die **krystallinen Schiefer** sind mit Ausnahme eines einzigen grünschieferartigen Amphibolites nur durch dieselben Graphitphyllite, -quarzite und Sericitschiefer vertreten, welche wiederholt zu erwähnen waren. Sie finden sich sowohl im Norden wie im Süden des Gebietes. Graphitphyllit und -quarzit, welche im oberen Sotaráthal (= Quilcasé) auftraten, erstrecken sich weit in das Quilcaséthal hinab, im Süden stehen sie im Flussbett des San Jorje (zwischen Juntas und Bolívar) an. Grosse Verbreitung scheinen Sericitgesteine zu haben, sie wurden auf beiden Reisewegen gefunden, als Geröll im Rio Guachicono, am Aufstieg vom San Jorje nach Bolívar, als Gerölle im Rio Mayo unterhalb La Cruz, phyllitähnlich mit gerunzelten Schichtflächen am Páramo de Tajumbina im Thal des Janacatú (bei Tablon nordöstlich von Pasto) anstehend, bei El Tambo zwischen dem Rio Mayo und Pasto, sie ragen aus jüngeren Sandsteinen an den Ufern des Rio Juanambú bei Ortega am Wege nach Menéses heraus.

Der erwähnte Amphibolit steht zwischen der Quebrada Papinal und dem Rio Sambingo am Weg von Bolívar nach der Montaña de Batera an. Auf das Vorhandensein krystalliner Schiefer deutet das Vorkommen von grobstengligem Strahlsteinfels und Hornblende-Malakolith-Granatgesteinen in den Geröllschichten zwischen Sombrerillos und dem Rio Mayo (siehe oben Schmarda). Als ihre Zertrümmerungsprodukte sind die magneteisen- und granatreichen Sande (nach

Karsten[1]) auch mit Spinell, Rubinspinell und Sapphir) anzusehen, welche sich nebst kleinen Chalcedongeröllen in den Quebradas dieses Gebietes finden. Die Muttergesteine müssen im unteren Teil des Rio Mayo anstehen, weil derartige Sande im oberen Thale fehlen.

Die **älteren Massengesteine** sind durch Porphyre und Breccien, Dioritporphyrite, Diabase und Porphyrite mit Breccien und Pikrit vertreten. Auffällig ist das gänzliche Fehlen sauerer körniger Ausbildungen.

Die verhältnismässig spärlich vertretenen Porphyre schliessen sich zum Teil denen vom Sotará und von Coconuco (s. Abschn. X, C und D) an, so der grüne Porphyr aus dem Rio Mayo und die Breccie aus dem Rio Juanambú. In erstaunlicher Zahl und Mannigfaltigkeit liegen dagegen Dioritporphyrite, merkwürdigerweise fast nur vom östlichen Reisewege, vor. Sie entsprechen den Mikrogranuliten Žujović' und gleichen den in den vorigen Abschnitten bisher nur kurz aufgezählten Gesteinen des Caucathales und Sotarágebietes. Mineralogisch, strukturell und wahrscheinlich auch chemisch nehmen sie eine Mittelstellung zwischen den Porphyren und Dioritporphyriten ein und gehen in beide dieser Gruppen über. Sie scheinen den Tonalitporphyriten, in gewisser Beziehung auch dem Ortlerit und Suldenit der Ostalpen petrographisch und geologisch zu entsprechen. Wie sie räumlich eine ungeheure Verbreitung haben und in den Anden fast ganz Südamerikas vorkommen, so dürften sie auch ähnlich den Tonalitporphyriten der Ostalpen zeitlich grosse geologische Perioden der Erdgeschichte vertreten, aus älteren Formationen bis in die Kreide reichen und durch Propylite unmittelbar in die älteren Andesite und Dacite übergehen. Im übrigen muss auf die ausführlichere Darstellung dieser interessanten Gesteinsgruppe im petrographischen Teil verwiesen werden.

Diabas und Uralitdiabas kommen beim Dorfe La Chapa vor, der Diabasaphanit mit garbenförmiger Ausbildung des Augites vom Gipfel des Cerro Munchique (3000 m) gleicht einem Gestein, welches viel weiter südlich zwischen Mercadéres und Sombrerillos ansteht. Diabasporphyrite und Breccien finden sich allerdings meist als Blöcke in vielen der genannten Thäler, ein Pikrit am Abhang zwischen dem Rio de Lerma und Rio Sánchez. Also auch die diabasischen Gesteine bedingen eine geologische Ähnlichkeit dieses Gebietes mit dem Caucathal (VIII. Abschnitt).

---

1) Litt. No. 72, S. 34.

Bei der Aufzählung der **Sedimentgesteine** fehlt jeder Anhalt für Beurteilung des Alters, denn Versteinerungen sind in unserem Gebiet noch nicht gefunden worden, ebenso konnten die Lagerungsverhältnisse und die Aufeinanderfolge der Schichten bisher nicht genügend studiert werden. Ein Teil der Sedimentgesteine kann wegen des Gehaltes an andesitischem Material zunächst als tertiär und quartär abgetrennt werden, ein Teil wurde wegen seiner Ähnlichkeit mit den Gesteinen der Cordillere von Bogotá und des Magdalenathales der Kreide zugewiesen, obwohl natürlich die petrographische Beschaffenheit nicht als stichhaltig anzusehen ist. Die Bestimmung HUMBOLDTS[1]), welcher „die 5—6000 Fuss mächtige Sandsteinmasse Neu-Granadas von unermesslicher Erstreckung" schon ausgezeichnet petrographisch schildert und „dem roten Sandstein (Totliegenden)" zuweist, hat sich durch die Fossilien in den nördlicheren Gebieten als Irrtum herausgestellt. Auch KARSTEN giebt darüber keinen Aufschluss. Dass die Zahl der auf seiner Karte eingetragenen Formationen zu klein ist, soll später zu zeigen versucht werden.

In ihrer Zusammensetzung teils feinkörnigen Diabastuffen, teils Grauwacken ähnliche Gesteine stehen überall zwischen Dolores und Arboles, ferner am rechten Gehänge des Rio San Jorje, endlich am Rio Mayo (sämtlich auf dem Reiseweg A) an. Sie dürften die zu den „Übergangsporphyren" HUMBOLDTS gehörigen Sedimente darstellen, deren Fehlen in unserem Gebiet HUMBOLDT auffiel. Vielleicht gehören weiter zu diesen Schichten Thonschiefer, welche bei Arboles, am Übergang von Mazamorras am rechten Gehänge des Rio San Jorje und am Alto del Tambo vorkommen.

Jüngere Sedimente **(Kreide? bis Quartär)**, unter denen sich auch Tuffe der jüngeren Dioritporphyrite finden, sind über das ganze Gebiet ausgebreitet. Sie scheinen einen wesentlichen Anteil am Aufbau des oben erwähnten Querrückens zu haben, an dessen Nordseite Popayan liegt. Den Steilabsturz desselben von El Tambo nach Süden nach der Quebrada San Roque bilden Andesittuffe, andesitische Sandsteine, Konglomerate und Geröllschichten, sie setzen sich offenbar weit nach Süden zu fort, denn wir finden ähnliche Gesteine im Thal des Rio Timbío und Quilcasé, in den Quebradas beim Dorfe Quilcasé anstehend, in geneigten Schichten im Thale des Rio Esmita, auf dem Plateau von Mercaderes, bei Dolores, Lerma, Berruécos, im Mayothal, am Alto de los Arenales bis zum Gipfel, im Thal des Juanambú.

1) Litt. No. 9a, S. 218—226.

Unter den **jungen Eruptivgesteinen** sind zwei **vulkanische Bomben** hier hervorhebenswert, eine vom Weg zwischen Bordo und Patía, eine andere im Anschluss daran nachträglich zu erwähnende von Poblazon (s. Abschnitt X C.). Beide zeigen eine merkwürdige Beschaffenheit der Oberfläche, welche man an anderen Vorkommnissen als Wirkungen von Explosionen beim raschen Fluge durch die Luft erklärt hat. Neuerdings sind manche der so beschaffenen Dinge für kosmische, auf die Erde gefallene Körper gehalten worden.[1]) Unsere Bomben zeigen, dass derartige Oberflächeneindrücke auch an irdischen Bomben entstehen können, denn nachweisbar sind die dem Fundort benachbarten Vulkane die Heimat derselben.

Petrographische Bemerkungen.

(STÜBELsche Sammlung No. 538—705, REISSsche Sammlung 125 Stück.)

Krystalline Schiefer.

Hornblendeschiefer, zwischen der Quebrada Papinal und dem Rio Sambingo anstehend, Blöcke in der genannten Quebrada nahe Bolívar am Weg von diesem Ort nach der Montaña de Batera. Dunkelgrün, dünnschiefrig, wie druckschiefrig aussehend, sehr feinkörnig mit kleinen Epidotlinsen. Mikroskopisch gleicht das Gestein im allgemeinen dem Hornblendegrünschiefer aus dem Rio Olivarez (S. 110), nur ist hier die Hornblende kräftig blaugrün bis glaukophanartig blau gefärbt.

Hornblende-Malakolith-Granatfels (No. 556/8), Brocken in den Sandsteinschichten zwischen Sombrerillos und dem Rio Mayo. Dunkles schweres massiges Gestein, feinkörnig, aus 1—1½ mm grossen schwarzen, lichtgrünen und lichtroten Körnern gleichmässig gemengt. U. d. M. ergeben sich die genannten Mineralien als Gemengteile. Sämtliche Mineralien sind durchaus frisch und rein. Die Hornblende wird braun durchsichtig, ist pleochroitisch-hellgelb, braun, dunkelbraun. Flüssigkeitseinschlüsse mit Bläschen heften sich an wie Sprünge aussehende, unregelmässig verlaufende Linien oder liegen gruppenweise zusammen. Der monokline Augit — lichtblaugrün, farblos — enthält noch reichlicher zu Schwärmen gruppierte Flüssigkeitseinschlüsse. Der Granat, fast farblos bis rötlich, zeigt normale optische Beschaffenheit und allein Andeutung von Krystallgestalt. Hornblende und Augit dagegen sind in kompakten dicksäulenförmigen, aber unregelmässig rund begrenzten Körnern ausgebildet, finden sich aber auch häufig durchbrochen und fetzenartig. Sie durchwachsen sich gegenseitig, namentlich findet man schmale Ausläufer der Hornblende zwischen den anderen Gemengteilen, bandartig den Granat umfassend und runde Körner dieses Minerales im Augit. Vereinzelt treten Erzkörner und kräftige braune Rutilsäulen auf.

Strahlsteinfels (No. 557/8) von demselben Ort. Hellgrün, mit eingestreuten gelblichweissen Körnern, grob- und feinkörnig, verworrenstengelig. Neben breiten kompakten, hellgrünen bis fast

---

1) Siehe E. Fr. SUESS, Über den kosmischen Ursprung der Moldawite. Verh. k. k. g. R. A. 1898, 387—403. Darin auch die Litteratur. Vergl. auch A. RZEHAK, Über die Herkunft der Moldawite. Ebenda 415—419 und J. JAHN, ebend. 1899, 81—85.

farblosen, der krystallographischen Endbegrenzung entbehrenden Strahlsteinsäulen bemerkt man u. d. M. noch eine zweite Hornblende. Sie durchspiesst die erste, ist in dieselbe auch regelmässig eingewachsen, unterscheidet sich von dieser durch die feinstengelige Struktur, scharfe Quergliederung, Farblosigkeit, stellenweise schaumige Trübung und etwas geringere Auslöschungsschiefe. Sie gehört dem Tremolit an.

Graphitphyllit, grosse Felsmasse nahe Quilcasé. Schwarz, matt, abfärbend, dünnhäutig.

Ein ähnliches Gestein steht im Bett des Rio San Jorje beim Flussübergang an. Wenig glänzend, mit Quarzlinsen, Schichtflächen stellenweise gerunzelt.

Die Gesteine entsprechen in ihrer Zusammensetzung und Struktur den Graphitphylliten von der Hacienda El Salado bei Toribío (S. 125) und des Sotaráthales (S. 145). Ausserordentlich zierlich ist in dem Gestein vom Rio San Jorje die Faltung der feinen und feinsten Kohlenstofflagen und in den durch die Stauchung der Schichten entstandenen mikroskopischen Quarzlinsen und -flasern die strahlige, senkrecht zu den Wandungen gerichtete Anordnung der Quarzstengel.

Sericitschiefer (No. 551), Geröll im Rio Guachicono sehr verbreitet. Dunkel mit gelbbraunen Quarzadern, dünnplattig, quarzitisch, klingend.

Sericitschiefer (No. 580), ragt aus den Sandsteinschichten bei Ortega am Weg nach Meneses heraus. Dünn- und ebenplattig, grünlichgrau, rostrot gefleckt, stellenweise silberglänzend, durch centimeterdicke Quarzlagen quarzitisch gebändert, mit quer verlaufenden Quarzadern.

Sericitquarzit, linsenförmige Einlagerung im Graphitphyllit von Quilcasé (s. o.). Dunkel, fein schwarz und weiss gefleckt, dickschieferig.

Sericitschiefer, Aufstieg vom Rio San Jorje nach Bolívar. Glimmerschieferähnlich, Häute von silbergrauem Glimmer umziehen Quarzflasern; unebene, bei den Sericitgesteinen häufige Schichtflächen.

Sericitschiefer, Geröll im Rio Mayo an der Brücke unterhalb La Cruz. Dunkel schwärzlichgrau, quarzitisch, deutliche Schieferung, mit schwachen phyllitischen Häuten.

Sericitschiefer, steht am Páramo de Tajumbina (Thal des Rio Janacatú) an. Übergang von Phyllit zu Quarzit, blauschwarz, das ganze Stück gefaltet, Schichtflächen fein gerunzelt.

Sericitquarzit, Einlagerung im vorigen. Dunkelgrau, fein hell gefleckt, scheinbar feinkörnig, dickschieferig.

Sericitschiefer, von El Tambo (bei Pasto), dünnschieferig mit schwachen silbergrauen und rostgelben Häuten.

Wie aus den kurzen Beschreibungen und der Benennung zu ersehen, schwanken die Gesteine zwischen phyllit- und quarzitartiger Beschaffenheit. In der mineralischen Zusammensetzung und mikroskopischen Struktur wiederholen sich die bei den entsprechenden Gesteinen auf S. 111, 132, und 145 geschilderten Verhältnisse. Der Hauptbestandteil ist Quarz, dem sich in wechselnder Menge Sericit und Kohle, selten Chlorit (Sericitschiefer von San Jorje-Bolívar) und Feldspath (in dem eben genannten und dem aus dem Rio Mayo) zugesellt. Dagegen stösst man recht häufig auf Turmalinkörner, runde Zirkone, Häufchen von Rutilkryställchen. Selten fehlen Körner und scharfe Rhomboëder eines Karbonates, das manchmal in Limonit zersetzt ist, endlich Pyrit. Die Krystalle des letzteren bilden hier und da den Ansatzpunkt für strahlige Quarzkränze. Sehr verschieden ist die mikroskopische Struktur. Mehr gleichmässig körnig bei ganzrandiger, vieleckiger bis runder Umgrenzung

der Elemente zeigt sich der Quarzuntergrund in dem Sericitschiefer aus dem Rio Guachicono und vom Páramo de Tajumbina (vergl. Sericitschiefer von Frailes S. 111), „porphyr"- oder augenartig durch grössere isometrisch- oder länglich runde Quarzkörner und -aggregate bei ebenfalls ganzrandigen Umrissen in dem Schiefer von El Tambo (bei Pasto), ähnlich auch vom Rio Mayo. Lockere oder dichtere Sericitsträhne erzeugen dabei (mikroskopisch) zierliche Langflaser- bis Lagenstruktur (vergl. Gesteine von Belem S. 132). Eine ausgeprägt zahnige und buchtige Verbindung der recht gleichmässig grossen Quarzkörner bemerkt man in dem Quarzit von Quilcasé (vergl. Quarzit vom Sotará S. 145), und die auf S. 112 bei dem Halbphyllit aus dem Rio Olivarez geschilderte Struktur kehrt in zierlichster Ausbildung bei den Gesteinen von San Jorje und im Quarzit vom Páramo de Tajumbina wieder. Druckerscheinungen sind namentlich an die flaserigen und augenartigen Strukturen gebunden.

Ältere Massengesteine.

Granitporphyr, krystallreich, grobporphyrisch (No. 576), Geröll im Rio Juanambú. In der zurücktretenden braunen Grundmasse liegen bis 7 mm grosse Quarze und zahlreiche bis 14 mm messende weisse, gelbliche und rötliche Feldspäthe, Ortho- und Plagioklas. U. d. M. ist die Grundmasse ein mikrogranitisches Quarzfeldspathgemenge, in dem sich noch rostgelb gewordener Glimmer, grüne stenglige Hornblende, verhältnismässig viel Apatit und wenig Erz finden. Porphyrisch ausgeschieden ist ausser den oben genannten Mineralien grüne kompakte Hornblende. Die unregelmässigen, gebogenen, ausgezogenen Fetzen des Grundmassenglimmers fügen sich drucklinienartig aneinander und winden sich um die Einsprenglinge herum. Manche Hornblendesäulen sind gebogen oder mehrmals gebrochen, die Stücke mit Schleppung an den Bruchrändern verschoben; ein Amphibolquerschnitt war lang ausgezogen, von braunen Bruchlinien durchsetzt und in einzelne Stücke zerdrückt. Die durch Poren und Flüssigkeitseinschlüsse wie feinbestäubt erscheinenden Quarze zeigen huschende Auslöschung. Die erwähnten Erscheinungen dürften nach der übrigen Beschaffenheit des Gesteines auf Flussbewegungen zurückzuführen sein.

Grüner Porphyr, grosse Blöcke unterhalb der Quebrada honda, Rio Mayo. Harte hälleflintähnliche Grundmasse, hell grünlichgrau, mit kleinen dunklen Krystallen.

Feste **Porphyrbreccie,** Rio Juanambu. Grob, weiss, gelblich, schwarzgefleckt. — Die beiden Gesteine schliessen sich denen von Coconuco und vom Sotarágebiet an (S. 142, 147). Der Porphyr enthält keinen Quarz ausgeschieden. Chlorit, Veridit, Epidot, Calcit finden sich reichlich in der Grundmasse und in den Feldspäthen. Chloritpseudomorphosen, mit Epidot und Calcit gemengt, deuten auf die ursprüngliche Anwesenheit eines dunklen Gemengteiles.

Dioritporphyrite vom Tonalittypus.

Die hier zusammengefassten Gesteine beschreibt Žujović[1]) unter seinen „porphyrites andesitiques" und „porphyrites labradoriques", zum grössten Teil aber unter seinen „microgranulites". Er unterscheidet „microgranulites à mica noir, à amphibole, à mica noir et à amphibole, à

---

1) Litt. No. 90. S. 36, 37, 51.

amphibole et à pyroxène". Jede dieser Arten kann alt und jung sein. Alle Mikrogranulite der Cordilleren hält Žujović für jung (récent). Sie bilden die Grundlage der Andesite. Auffällig ist bei seiner Darstellung schon, dass in diesen angeblich jungen Gesteinen die Hornblende durchaus grün ist, dass Pyrit, Zirkon, Epidot, Talk, Chlorit, Calcit scheinbar als gewöhnliche und selbstverständliche Gemengteile angesehen werden. Im übrigen war eine Identifizierung der zahlreichen von Žujović erwähnten Mikrogranulite mit den hier zu behandelnden nicht möglich, weil dort keine makroskopische und mikroskopische Einzelbeschreibung gegeben wird.

Alle hier als **Tonalitporphyrite** vereinigte Gesteine sind besser bei den Dioritporphyriten unterzubringen, weil der porphyrische Feldspath ganz vorwiegend, wenn nicht ausschliesslich einem Plagioklas angehört, weil die Grundmasse reichlich triklinen Feldspath enthält, ferner wegen ihres Reichtums an dunklen Silikaten und bei vielen schon wegen des makroskopisch grünsteinartigen dioritischen Aussehens. Es geschieht dies zugleich in Übereinstimmung mit den Ausführungen in dem Band Euador I dieses Werkes, in welchem ganz gleiche Gesteine, wie ich mich durch Vergleichung der Handstücke und Präparate überzeugen konnte, ebenso aufgefasst sind.

Diese Tonalitporphyrite Colombias schwanken ebenso wie die Gesteine der Ostalpen inbezug auf äussere Erscheinung und mineralische Zusammensetzung, aber so, dass durchgreifende Unterschiede nicht vorhanden sind. Am allerwenigsten ist zur Aufrichtung von Gruppengrenzen das Vorhandensein oder das Fehlen der wesentlichen Gemengteile Hornblende, Biotit und Quarz zu verwenden. Dagegen sind alle Vorkommnisse durch gewisse Eigenschaften der Grundmasse gekennzeichnet, indem dieselbe nicht porphyritisch aus einem Feldspathleistenfilz besteht, sondern ein mikrogranitisches, wie Žujović es auch anschaulich bezeichnete, ein mikrogranulitisches Mineralgemenge darstellt. Aus diesem Grunde konnten die 39 Proben, welche aus einem vom Huila im Norden bis zum Rio Mayo im Süden sich erstreckenden, etwa 170 km langen Gebiet vorliegen, nicht nach dem sonst üblichen petrographischen Schema behandelt werden. Vielmehr wurde eine Gruppierung nach äusseren gemeinsamen, leicht erkennbaren Merkmalen, welche zugleich eine innere Verwandtschaft ausdrücken, vorgenommen. Gleiche Gesteine werden weiter unten noch aus den Grenzgebieten gegen Ecuador zu erwähnen sein, sie setzen sich nach Ecuador hinein fort und scheinen überhaupt in dem Andengebiet ganz Südamerikas eine wichtige Rolle zu spielen.

1. Grobporphyrische Dioritporphyrite.

Das Aussehen dieser Gesteine wird bedingt durch die zahlreichen, bis 15 mm grossen, meistens blendend weissen Feldspäthe, welche aus der hellen bis dunkeln dichten Grundmasse scharf heraustreten. Humboldt [1]) schildert dieselben sehr anschaulich folgendermassen: „Die Porphyre von Broncaso umschliessen häufig sehr grosse milchweisse Feldspathkrystalle, langgezogene, durcheinander gewachsene Säulen von Hornblende (nach Art der Feldspathkrystalle in dem von Altertumsforschern serpentino verde antico oder porfido verde genannten Porphyr), endlich wenige durchscheinende Quarzkrystalle. . . . . Kreuzweise Durchwachsungen und seltsame Zusammenhäufungen von Krystallen gemeinen Feldspaths und von Hornblende bezeichnen alle Porphyre zwischen dem Cerro Broncaso und den Thälern von Quilcase und Rio Smita, Porphyre, die regellos und ungleichförmig geschichtet

1) Litt. No. 9a, S. 132/3.

sind (Bänke von 2—3 Fuss, Streichen N 53° W, Fallen 40° NO) mit den Glimmerschieferschichten. Ihre Grundmasse weicht von jener der Porphyre von Julumito ab; sie ist schön spargelgrün, im Bruch dicht oder muschelig, mitunter ziemlich weich, giebt ein graues Strichpulver und erscheint beim Anhauchen äusserst dunkel gefärbt" u. s. w.

Derartige Porphyrite sind von folgenden Orten anzuführen:

Quarzglimmerdioritporphyrit, Geröll im Rio Bugalagrande hinter Bugalagrande (siehe VIII. Abschn., S. 100, 106). Heller grüngrau, Feldspath weiss 14 mm, Hornblende bis 10 mm ganz serpentinisiert, Quarz zurücktretend.

Quarzdioritporphyrit, Geröll nahe Amaime vor Palmira. (Siehe VIII. Abschn., S. 100, 106). Frischer als das vorige Gestein, dunkler bläulichgrau. Biotit?

Quarzglimmerdioritporphyrit, aus einem Seitenbach des Rio Esmita vom Weg Dolores-Arboles. Heller und dunkler grüngrau, reicher an glänzenden bis 6 mm grossen Quarzen, mit Pyrit, dunkle Silicate treten nicht hervor.

Dioritporphyrit, Geröll aus dem Rio Marmato nahe der Einmündung in den Rio San Jorje am Weg Lerma-Juntas. Dunkelblauschwarz.

Dioritporphyrit, Quebrada Papinal nahe Bolívar. Dunkelgrüngrau, krystallärmer, weisse und glänzende grüne Feldspäthe 12 mm.

Dioritporphyrite, Blöcke an der Brücke über den Rio Mayo bei San Pablo. Drei Proben glimmerführend und glimmerfrei, quarzhaltig und quarzfrei, dunkelblaugrau bis hellergrau, durch Zersetzung gelblich werdend. Feldspäthe 10 mm, z. T. gut ausgebildet, blendend weiss und rötlichgelb, Hornblende teils leidlich frisch, teils ganz zersetzt. In der Form der Hornblende schliessen sich diese Gesteine auch den folgenden „Nadelporphyriten" etwas an.

Dioritporphyrit steht am Rio Mayo 4½ engl. Meilen unterhalb San Pablo an. Den vorigen ähnlich.

Für diese Porphyrite ist kennzeichnend, dass die dunkeln Mineralien schon stark zersetzt sind. Hornblende und Biotit unterlagen teilweise oder ganz der Umwandlung in Chlorit, Serpentin und Calcit, während Epidot nur untergeordnet vorhanden ist. (Vergl. dieses Werk Ecuador I, S. 95, 150).

Frisches, junges, mehr dacitisches Aussehen besitzt dagegen ein **Quarzglimmerdioritporphyrit** (No. 461), Block von Berruecos. Hellergrau, weisse glasige Feldspäthe 15 mm, lange Biotitsäulen bis 8 mm breit, Hornblende bis 8 mm, sehr reichlich Quarz bis 10 mm.

Ein **Dioritporphyrit** (No. 562) von demselben Ort ist noch heller, reicher an weissen Feldspäthen, nicht so grobporphyrisch, nicht so frisch, ohne porphyrischen Quarz, die dunkelen Gemengteile sind kleiner, Biotit scheint nur spärlich vorhanden zu sein; mit Rost besetzte Poren.

2. Nadelporphyrite.

Sie zeichnen sich den vorigen gegenüber durch grössere Frische der dunkeln Silicate aus. Die Hornblende ist in zahlreichen nadelförmigen Krystallen der meist helleren Grundmasse eingelagert und tritt selbst neben den wie in der ersten Gruppe zahlreich vorhandenen grossen weissen oder

gelblichen Feldspäthen makroskopisch deutlich hervor. Sie gleichen Vorkommnissen vom Rio Toachi in Ecuador [1]).

Glimmerdioritporphyrit, aus einem Seitenbach des Rio Esmita. Dunkler grün, neben den 3 mm langen Amphibolnadeln ist auch der u. d. M. rotbraune Glimmer in 3 mm grossen sechsseitigen Krystallen ausgeschieden.

Quarzglimmerdioritporphyrit, aus einem Bach, der von dem Plateau bei Pilar herabkommt, Rio Guachicono, Weg Arboles-Bonifacio. Hell grünlichgrau, ärmer an dunkeln Mineralien, Quarz in grossen Körnern.

Glimmerdioritporphyrit, im untern Teil der Montaña de Batera an einem Bach anstehend. Hellgrünlichgrau, Glimmer spärlich, dunkle basische Ausscheidungen.

Ganz abweichendes Aussehen hat ein **Glimmerdioritporphyrit** (No. 337), Block aus der Schutthalde, auf welcher das Dorf Huila liegt. (Vergl. VII. Abschn. S. 76, 87). Hell, weisse körnig erscheinende zurücktretende Grundmasse mit zahlreichen meist 4 mm grossen, schön braungelb gefärbten glänzenden Feldspäthen, ganz vereinzelten grossen Quarzen und reichlich grünen, häufig rostig zersetzten Körnern, basische Ausscheidungen.

3. Kleinporphyrische Dioritporphyrite.

In ihrem Äussern weniger auffällige Gesteine, welche sich zum grössten Teil eng an die grobporphyrischen Arten anschliessen, in dieselben übergehen und die dunkeln Silicate teils ganz frisch, teils zersetzt wie die erste Gruppe enthalten.

Quarzglimmerdioritporphyrit, vom Pass Mazamoras. Dunkelgrau, krystallreich, weisse Feldspäthe meist 1 1/2 mm, einzelne grössere bis 8 mm, reich an Hornblende. — Zwei weitere Proben von demselben Ort nähern sich mehr der ersten Gruppe, indem die Feldspäthe geringer an Zahl und grösser sind. — Eine vierte Probe hat mehr das Aussehen eines hellen feinkörnigen Diorites.

Quarzglimmerdioritporphyrit, im Bach oberhalb Lerma. Dem zuletzt erwähnten dioritartigen vom Pass Mazamoras ähnlich, hellgrau, krystallreich. Hornblende mit Erzrand. — Zwei weitere Proben aus dem Rio de Lerma beide glimmerarm, die eine hellgrau, krystallreich, die andere dunkelgrünlichgrau, krystallarm, weichen mikroskopisch von einander und von der ersten ab.

Augitführender Dioritporphyrit und **Quarzglimmerdioritporphyrit,** Gerölle im Rio Marmato. Grau, der erste undeutlich, der zweite deutlich porphyrisch, weichen auch mikroskopisch von einander ab. Hornblende des ersten mit Erzrand.

Quarzglimmerdioritporphyrit, steht am oberen Teil der Montaña de Batera an. Dunkelbraungrau, feinporphyrisch. Glimmer mikroskopisch rotbraun.

Quarzdioritporphyrit, Blöcke in der Quebrada Papinal. Fein- und undeutlich porphyrisch, Biotit (?), dunkle Silicate ganz zersetzt.

Quarzdioritporphyrit (No. 573), steht unterhalb Berruecos an. Sattgrau, kleinporphyrisch, krystallreich, dunkle Mineralien zersetzt, Biotit (?), das einzige epidotreiche Gestein.

---

1) Dieses Werk, Ecuador I, S. 192 u. f.

4. Helle porphyrähnliche Porphyrite mit sekundärem Biotit.

Sämtliche hierher gehörige Gesteine sind hell gefärbt, unscheinbar, die porphyrischen Feldspäthe klein, unauffällig. Der in kleinen rostgelben Körnchen sichtbare dunkle Gemengteil stellt Pseudomorphosen von Biotit nach Hornblende dar.

Diesen Porphyriten schliessen sich äusserlich ähnliche Gesteine an, in welchen der dunkle Gemengteil vollständig ferritisch zersetzt ist.

Quarzdioritporphyrit, rechtes Gehänge des Quilcasé über Konglomeratsandstein. Gelblich, krystallarm, kleinporphyrisch.

Dasselbe an der Quilcasébrücke anstehend, Camino de los Pueblos. Hellgrau, krystallreich, gröberporphyrisch, die weissen Feldspäthe 7 mm treten deutlicher hervor.

Dasselbe, Teta de Lerma, Block im Sattel oberhalb Lerma. Bräunlichgrau, krystallreich, kleinporphyrisch, Feldspath 3 mm, weiss.

Dioritporphyrit, Teta de Lerma Block, Rio de Lerma, Weg Lerma-Juntas. Hellgrau, krystallarm, kleinporphyrisch; Feldspath 1 1/2 mm, gelb und rötlichbraun; Hornblende ganz in Eisenrost und Calcit zersetzt.

Quarzdioritporphyrit, Cerro de Bolívar, ungeheure herabgestürzte Blöcke. Gleich dem vorigen. Vergleiche auch den Quarzglimmerdioritporphyrit von der Montaña de Batera der 3. Gruppe, in welchem die Bildung der Biotitpseudomorphosen beginnt.

Porphyrit (Andesit?) (No. 329). In diesem Gestein liegt der halb natürliche, halb künstliche Behälter der Saline von Pueblito. (Siehe VII. Abschn.). In der Quebrada bemerkt man nur eine mächtige Geröllablagerung, kein anstehendes Gestein. Stark zersetzt, hell grünlichgraue Grundmasse mit zahlreichen z. T. glasigen Feldspäthen 4 mm, sehr kleinen braun zersetzten Körnern.

5. Granitporphyrartige Quarzdioritporphyrite.

Quarzdioritporphyrit, Felsen in der Sierra de la Chapa zwischen Quilichao und Ensolvado (siehe VIII. Abschn. S. 100, 106). Gleicht makroskopisch mehr einem feinkörnigen hellen Diorit oder Granit.

Quarzaugitdioritporphyrit, Block am Südgipfel der Teta bei Ensolvado (siehe VIII. Abschn. S. 100, 106). Gleicht makroskopisch einem Protogingranitporphyr. Hell, weiss, grünlich. In der sehr feinkörnigen, weissen feldspäthigen Grundmasse treten am meisten ganz unregelmässig verteilte zahlreiche bis 15 mm grosse farblose Quarze hervor. Der dunkle Gemengteil ist ebenfalls unregelmässig angeordnet; bänder-, streifen-, fleckenweise ist er spärlich vorhanden, an andern Stellen zeigt er sich gleichmässig eingesprengt in kleinen Körnern, Anhäufungen desselben durchziehen das Handstück aderförmig. Der porphyrische Feldspath tritt wenig hervor. Interessantes Gestein!

Quarzglimmerdioritporphyrit, von dem Gipfel der Tetilla bei Popayan (siehe Abschnitt Xa, S. 133).

Bei der Einzelbeschreibung der zahlreichen Porphyrite, bei welcher nur das zur Kennzeichnung Wichtigste angeführt werden soll, empfiehlt sich zur Vermeidung von Wiederholungen im allgemeinen eine gemeinsame Behandlung, in manchen Punkten einer besseren Übersicht wegen eine Beschreibung nach den aufgeführten Gruppen.

Der Feldspath ist fast überall das auffälligste porphyrische Mineral. Gesteine, die davon frei sind, also Glimmer- und Hornblendeporphyrite, fehlen. Wahrscheinlich gehört aber als einziger Vertreter der auf S. 129 beschriebene Hornblendeporphyrit aus dem Rio de San Francisco bei Toribío auch mit in diese Gruppe. Nur in der Gruppe der Porphyrite mit Biotitpseudomorphosen tritt er etwas zurück. Orthoklas dürfte kaum vorhanden sein. Die häufigste Farbe ist reinweiss, durch nachträgliche Einlagerung verschiedener Substanzen entstehen gelbe, braune, grüne, rötliche Töne. Bemerkenswert ist die schöne hellbraungelbe Farbe im Porphyrit von Huila, welche auch nur durch Eisenverbindungen auf den Sprüngen hervorgebracht wird. Lange Säulen- oder breite Tafelform tritt seltner auf als dicke Säulengestalt mit den üblichen Krystallflächen und bei den grobporphyrischen auch abgerundete Kornform. Ausgezeichnetste Zonenstruktur besitzt ganz allgemeine Verbreitung. Dieselbe ist schon so oft Gegenstand eingehender Darstellung gewesen, dass hier davon abgesehen werden kann. Zu ihr gesellen sich aber noch Erscheinungen, welche BECKE[1]) an den Tonaliten und Tonalitporphyriten der Rieserferner ausführlich beschrieben hat und die sich genau so bei den colombianischen Gesteinen wiederholen. Darnach bemerkt man sehr häufig an den Feldspäthen „einen verwickelten Bau, welcher bei grösserer Regelmässigkeit einen basischen inhomogenen Kern, eine zonar struirte Hülle und secundäre Adern erkennen lässt.“ Auf eine weitere Darstellung muss hier zunächst verzichtet werden. Hervorgehoben zu werden verdient nur die ungemein weit verbreitete Ader- und Netzstruktur. In einem kleinen Teil der angeführten Porphyrite konnte dieselbe nicht bemerkt werden, während sie in zahlreichen Vertretern aller Gruppen mehr oder weniger deutlich entwickelt ist. Besonders schön zeigten sie die grobporphyrischen Porphyrite von Bugalagrande, Amaime und ein Nadelporphyrit vom Rio Esmita (siehe Taf. IV, Fig. 2). Die Erscheinung besteht darin, dass die porphyrischen Feldspäthe von einem albitartigen Feldspath in feinen und feinsten Adern durchzogen, stellenweise netz- oder pegmatitartig durchwachsen oder randlich umwachsen werden, im letzteren Falle mit unregelmässiger buchtiger und zackiger Abgrenzung nach innen. Zuerst erblickt man diese Verhältnisse zwischen + Nic. infolge der abweichenden optischen Orientierung, dem so aufmerksam gewordenen Auge machen sie sich dann auch im gewöhnlichen Lichte durch die verschiedene Lichtbrechung und scharfe Abgrenzung der Feldspathsubstanzen bemerkbar. Eine Abhängigkeit von mechanischer Beeinflussung kann hier zum Unterschiede von BECKE nicht festgestellt werden. — Zu den Eigentümlichkeiten, welche man auch an den Feldspäthen der Andesite findet, gehören die geringe Zahl der Zwillingslamellen, unregelmässige Verzwillingung in dem Sinne, dass die Lamellen nicht streng parallel liegen, häufig sich auskeilen, nur stellenweise auftreten und dass durchgehende Streifung selten ist.

Obwohl im allgemeinen der Erhaltungszustand der Feldspäthe von dem des Gesteines abhängt, kommen doch viele Ausnahmen von dieser Regel vor. Wie bei den früher erwähnten „Propyliten“ erblickt man in stark zersetzten Gesteinen sehr frische Feldspäthe, oder es finden sich, wie schon HUMBOLDT wiederholt erwähnt, trübe gemeine Feldspäthe neben glasigen in demselben Gestein. An den grossen Feldspäthen der grobporphyrischen Porphyrite kann häufig schon mit blossem Auge eine zonenweise Verschiedenheit bemerkt werden, ein Umstand, der sich aus der schichtenweisen chemischen Abweichung erklärt. Im übrigen trifft man in all den Gesteinen neben ganz frischen und glasigen Feldspäthen alle Stufen der Zersetzung. Letztere besteht wie üblich in der Umwandlung

1) F. BECKE, Petrographische Studien am Tonalit der Rieserferner. M. P. M. XIII 1892, S. 379—430, 433—442.

zu Kaolin, Muscovit und Calcit. Stark in die beiden letzteren Mineralien sind die Feldspäthe der grobporphyrischen Gesteine vom Rio Esmita und Marmato übergeführt. Für die häufige Einlagerung von Hornblende und Biotit, von Flüssigkeitseinschlüssen brauchen keine einzelnen Beispiele angeführt zu werden. Dagegen ist es schwer oder unmöglich die Anwesenheit von Glaseinschlüssen sicher festzustellen. Während sich solche im Quarz wegen dessen Unzersetzbarkeit sehr lange frisch und erkennbar erhalten, werden sie im Feldspath ziemlich schnell zersetzt und häufig vollständig verwischt. Ausserdem erschweren in einigen Fällen die Kleinheit der Einschlüsse, die Unbeweglichkeit des Bläschens oder eine schon bei der Hornblende (S. 129) erwähnte „Charakterlosigkeit" dieser Dinge die Entscheidung, ob Glas- oder Flüssigkeitseinschluss. Es wäre die Feststellung von Glaseinschlüssen im Feldspath von Wert für die Beurteilung des Alters einiger Porphyrite und ihrer Beziehung zu den Propyliten bez. Andesiten (siehe später). Es konnten zwar in den Quarzen einiger Gesteine unzweifelhafte Glaseinschlüsse erkannt werden, in keinem Falle dagegen sicher im Feldspath. Als verdächtigt, Glas im Feldspath beherbergt zu haben, müssen in erster Linie folgende Gesteine bezeichnet werden: aus der 3. Gruppe ein Porphyrit vom Pass Mazamoras, einer aus dem Rio de Lerma, aus der 4. Gruppe von der Teta de Lerma und von Pueblito, aus der 5. Gruppe von der Sierra de la Chapa, und wahrscheinlich gehören noch viel mehr der Porphyrite dazu. Dieselben würden dadurch einen häufig schon äusserlich ausgesprochenen propylitischen bezw. andesitischen Charakter erhalten, obwohl sonst mancherlei Übereinstimmung mit den scheinbar älteren Porphyriten besteht.

Die Hornblende, der häufigste dunkle Gemengteil, tritt makroskopisch weniger hervor und erreicht in der Grösse nie den Feldspath. Auf eine Aufzählung der üblichen optischen und krystallographischen Eigenschaften mag hier verzichtet werden. Wichtig ist nur einiges wegen der Beziehung der Gesteine zu Propyliten und Andesiten. Neben dem sonst überwiegenden gewöhnlichen Grün fällt in den Porphyriten vom Rio Mayo, von Berruecos, von Mazamoras, von der Sierra de la Chapa ein eigentümliches Blaugrün oder, wie FOULLON [1]) es anschaulich bezeichnet, ein Giftgrün auf, das auch in unzweifelhaften Andesiten, wenn auch selten, bemerkt werden kann. Derartig gefärbte Hornblende zeichnet sich durch gute Begrenzung auch an den Krystallenden und durch die von FOULLON genauer geschilderte Zonenstruktur aus. Seltener sind bräunlichgelbe bis rötliche Töne, wie sie in dem Nadelporphyrit vom Rio Esmita, in einer Probe von Mazamoras, in dem kleinporphyrischen Gestein von der Montaña de Batera herrschen. In dem Nadelporphyrit von dem letzten Ort ist grüne und braungelbe Hornblende vorhanden, und an dem Amphibol der basischen Ausscheidung dieses Gesteines sieht man das Braungelb randlich, auf Sprüngen und fleckenweise im Innern in Grün übergehen. Ausserdem beweisen die verschiedenen Proben von einem Orte, so von Mazamoras, vom Rio Esmita, dass diesem Farbenunterschiede keinerlei Bedeutung innewohnt. — Wie schon bei der kurzen Charakteristik der ersten Gruppe erwähnt wurde, ist dort die Hornblende zum grössten Teil, in manchen Gesteinen vollständig in Chlorit, Calcit und Epidot, in dem Gestein von Bugalagrande ganz in Serpentin zersetzt, teils mit, teils ohne Erhaltung der Krystallgestalt. In den anderen Gruppen herrscht ein besserer Erhaltungszustand. — Die Häufigkeit der Verzwillingung möge nur kurz erwähnt werden. Ausser den Einlagerungen von Apatit, Biotit und Erz beanspruchen die bereits auf S. 129 erwähnten Einschlüsse Beachtung. Sie besitzen dieselben Eigenschaften, dieselbe Anordnung wie dort, und man schwankt immerfort aus den gleichen Gründen zwischen den beiden Möglichkeiten, dass es Glas- oder Flüssigkeitseinschlüsse seien, hin und her. Indessen ist der

1) v. FOULLON, Über Porphyrite aus Tirol. Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. Wien. XXXVI, 1886, 747—777.

Umstand, dass in keinem der unzähligen vor Augen gekommenen Einschlüsse das Bläschen freiwillig oder durch Erwärmung sich bewegte und dass gleiche Dinge in Andesithornblenden vorkommen, zwingend für die Annahme von Glaseinschlüssen. — Die Hornblende der letzten, der granitporphyrischen Gruppe besitzt meist nicht geschlossene Umrandung, sondern poikilitisch durchlöcherte Ausbildung. Ein Krystall erscheint häufig durch eingelagerte oder aus der Umgebung hereindringende Feldspathkörner in lauter einzelne Teile getrennt, welche aber einheitlich polarisieren. — In einigen wenigen Gesteinen erinnert ein lockerer Kranz von Erzkörnern und Pseudomorphosen dieser nach Amphibol an Andesite.[1]) Mag auch die Erscheinung in dem einen oder anderen Falle sekundär sein, immerhin hat sie namentlich in einem der kleinporphyrischen Proben von Lerma, primäres (in demselben Sinne wie bei den Andesiten) Aussehen. — Die erwähnten basischen Ausscheidungen bestehen ganz aus Hornblende.

Der Glimmer hat wahrscheinlich grösseren Anteil an der Zusammensetzung der Porphyrite gehabt, als es scheinen mag. In zersetztem Zustand erkennt man ihn zuweilen noch an der blätterigen Struktur oder an den nach den Spaltrissen eingelagerten Neubildungen namentlich Epidot, anderorts ist er ganz unkenntlich geworden. Grün ist die häufigste Farbe, seltener braun und blaugrün, häufiger noch schön rotbraun. Da die Farbe hier wie bei der Hornblende unwesentlich erscheint, mag die Anführung der Gesteine mit rotbraunem Glimmer unterbleiben. — Eine merkwürdige Rolle spielt der Glimmer in der vierten Gruppe. Er bildet hier in kleinen braunen Schuppen neben Serpentin und Limonit Pseudomorphosen nach Hornblende und findet sich ebenfalls in Schuppen in der Grundmasse. In Übereinstimmung mit Žujovič,[2]) Foullon,[3]) Becke[4]) und Klautzsch[5]) wurde dieser Glimmer für eine Neubildung gehalten. Von Interesse ist, dass in dem kleinporphyrischen Gestein von der Montaña de Batera (dritte Gruppe) die noch vorhandene braune Hornblende von kleinen braunen Glimmerschuppen umsäumt wird, dass hier also gewissermassen der Beginn der Pseudomorphose beobachtet werden kann. Wo Biotit in der fünften Gruppe auftritt, besitzt er wie die Hornblende die erwähnte durchbrochene Beschaffenheit.

Der Quarz hat die bekannten Eigenschaften der Porphyrquarze. Unzweifelhafte, durch bewegliche Libellen gekennzeichnete Flüssigkeitseinschlüsse sind reichlich vorhanden, unzweifelhafte Glaseinschlüsse fanden sich in wenigen Gesteinen, so in einem Porphyrit von Mazamoras (dritte Gruppe) und in einem aus dem Rio de Lerma (dritte Gruppe), und immer nur, wie man es aus den älteren Quarzporphyren kennt, in jedem Quarz in ganz geringer Anzahl (in dem Durchschnitt einer). Einiges Interesse beanspruchen dagegen die Quarze in dem Porphyrit von der Teta bei Ensolvado dadurch, dass die Flüssigkeitseinschlüsse in denselben fast ausnahmslos neben dem Bläschen ein Kochsalzwürfelchen führen, wenige Male wurden zwei dicht aneinander liegende Würfelchen beobachtet. Die grössten derselben erreichen die bisher bekannten mit 0,0125 Kantenlänge.[6]) Merkwürdigerweise begegnet man denselben Dingen auch in dem Gestein von der Tetilla bei Popayan, aber in bedeutend geringerer Schönheit und Häufigkeit. Viele Quarzdurchschnitte in den Präparaten des ersten Gesteines sind mit Flüssigkeitseinschlüssen übersät, und ganz selten erblickt man einen ohne Würfel. Das Gestein dürfte zu den ausgezeichnetsten und seltensten Beispielen für diese Erscheinung gehören.

---

1) Vergleiche die Porphyrite von Ecuador, dieses Werk Ecuador I, S. 95, 254.
2) Litt. No. 90, S. 37.
3) S. o. S. 765.
4) S. o. S. 436.
5) Dieses Werk Ecuador I, 254, Taf. VI., Fig. 4.
6) Zirkel, Mikr. Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine 1873, S. 56.

Ganz vereinzelte Körner von monoklinem Augit treten nur in wenigen Gesteinen der ersten bis vierten Gruppe auf. Eine grössere Rolle spielt er in der fünften Gruppe. Hier ist der Porphyrit von der Teta bei Ensolvado am reichsten daran. Der Augit wird im Schliff fast farblos bis grünlich durchsichtig, bildet selten Krystalle, vielmehr teilt er die Eigenschaft von Hornblende und Biotit in diesem Gestein; er ist durch Einlagerungen durchbrochen, besitzt keine ganzrandigen Grenzen und löst sich in einzelne Körner auf. — Dunkle Streifen im Gestein bestehen aus dichtgedrängten Körneraggregaten dieses Minerales. Einschlüsse erscheinen ebenso zweifelhaft wie im Feldspath und Amphibol.

Von den Nebengemengteilen verdient der überall sehr reichlich vorhandene Apatit genannt zu werden. Vereinzelt wurden darin Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglicher Libelle bemerkt. Titanit ist dagegen selten zu bemerken, und an Erz sind die Gesteine allgemein arm.

Wie bereits kurz erwähnt wurde, verbindet die meisten der zahlreichen äusserlich und in mancher anderen Hinsicht recht verschiedenen Porphyrite der gemeinsame Charakter der Grundmasse. Wir finden darunter nicht einen Vertreter des pilotaxitischen Grundmassentypus. Es herrscht bei weitem die isometrisch körnige Struktur, ausserdem finden sich einzelne Beispiele für pegmatitische Ausbildung und endlich ausgezeichnete Vertreter einer Struktur, welche gewissermassen ein Mittelglied zwischen der pilotaxitischen und isometrisch körnigen bildet. — Alle Grundmassen scheinen vollkrystallin zu sein, amorphe Basis konnte nicht festgestellt werden, obwohl man sie hier und da annehmen müsste. U. d. M. sind sie verhältnismässig hell wegen der Armut an Erz und dunklen Silikaten. Wo letztere vielleicht reichlicher vorhanden gewesen sind, hat die Zersetzung hellere Farben geschaffen. — Primäre frische Hornblende nimmt in einigen Gesteinen an der Zusammensetzung der Grundmasse teil, aber nicht in dem Sinne und in dem Masse wie Quarz und Feldspath. Die Anwesenheit von Quarz kann nicht immer ohne weiteres festgestellt werden, aber allem Anscheine nach findet er sich in den meisten der Porphyrite auch in der Grundmasse. — Ein sehr grosser Teil der Porphyrite und zwar aller Gruppen zeigt eine isometrisch und recht gleichmässig körnige Grundmasse, in manchen Fällen panallotriomorph oder auch panidiomorph, mit der angeführten Beschränkung, indem die etwa gleichgrossen Bestandteile eine gleichmässig rundliche oder der Eigengestalt einigermassen entsprechende eckige Form haben. Durch gleichmässige Grösse und zierliche Rundung der Grundmassenelemente zeichnen sich bei verhältnismässiger Grobheit die Gesteine von der Sierra de la Chapa und der Teta von Ensolvado (fünfte Gruppe) aus. — Diese Ausbildung ist eng verbunden und geht über in eine mehr oder weniger deutlich porphyrische Struktur der Grundmasse, bei welcher allotriomorphe oder idiomorphe, im letzteren Falle quadratische, kurz rechteckige oder leistenförmige Feldspäthe (Durchschnitte) in einer feinerkörnigen Masse liegen, indessen ohne scharfen Gegensatz zwischen beiden. Diese Erscheinungsweise wird etwa in gleicher Weise wie die erste in Bezug auf Zahl und Gruppen vertreten. Zu dem ersten und zweiten Typus gehören wohl auch, soweit es erkannt werden konnte, eine Anzahl von Porphyriten, bei denen die Grundmasse durch Zersetzungsprodukte stark verhüllt ist. — Ein dritter hypidiomorphkörniger Typus wird durch zwei Porphyrite aus dem Rio de Lerma und einem aus dem Rio Marmato vertreten. Idiomorpher Feldspath und lückenausfüllender Quarz, teilweise mit poikilitischer und granophyrischer Durchdringung des letzteren mit ersterem, bildet das Wesen dieser Struktur. — Auf die vierte Porphyritgruppe ist ein letzter Grundmassentypus beschränkt, welcher ein ausserordentlich zierliches mikr. Bild bietet (s. Taf. IV, Fig. 3). Er besteht darin, dass (im Schliff) meist scharf quadratische, höchstens kurz rechteckige, zuweilen poikilitisch durchwachsene

unverzwillingte Feldspäthe ganz regelmässig abwechseln mit schlanken, zwischen die ersten geklemmten, fluidal oder radial angeordneten Plagioklasleisten.

Eine chemische Charakteristik der behandelten Porphyrite konnte aus dem in der Einleitung genannten Grunde hier nicht gegeben werden. Eine solche wäre nebst einer chemischen Einzeluntersuchung der Gemengteile besonders der porphyrischen Feldspäthe und der mit den Porphyriten innig verbundenen propylitischen Gesteine umsomehr wert, Gegenstand einer besonderen Arbeit zu sein, als die angeführten Gesteine in Südamerika eine interessante und wichtige geologische Rolle spielen (s. u.).

Allgemeines über die Dioritporphyrite vom Tonalittypus.

Wie schon in den einleitenden Bemerkungen zu den Tonalitporphyriten hervorgehoben wurde, ist eine Gruppierung nach dem petrographischen Schema unmöglich, ohne eng Zusammengehörendes zu zerreissen. Weiter wurden in der genannten Gruppe auf Grund gemeinsamer wesentlicher Eigenschaften Gesteine von älterem und jüngerem Aussehen vereinigt, weil auch inbezug darauf Abgrenzungen unmöglich waren. Wenn man ausser den Dioritporphyriten vom Tonalittypus noch die früher behandelten und noch weiter zu besprechenden „propylitisch zersetzten Andesite und Propylite", ferner eine Anzahl von Andesiten bei KÜCH und in Ecuador I dieses Werkes mit gewissen porphyritischen Eigenschaften (grüner Hornblende, vollkrystalliner, den Tonalitporphyriten entsprechender Grundmasse) in Betracht zieht, dann kommt man zu folgendem, zunächst rein petrographischem Ergebnis. In Colombia haben eine weite Verbreitung porphyritische Gesteine, welche eine fortlaufende Reihe aus alt erscheinenden Porphyriten durch jünger aussehende Porphyrite zu Propyliten, Andesiten und Daciten bilden. Es ist deshalb in vielen Fällen schwierig ja unmöglich, petrographisch zu entscheiden, welcher Gruppe das einzelne Gestein angehört. Auf diese Thatsache, auf die Wichtigkeit und Schwierigkeit der darausfolgenden Fragen hat bereits HUMBOLDT[1]) im Jahre 1822 deutlich hingewiesen. inbezug auf Colombia wie Keiner nach ihm. Aus seinen seitenlangen Erörterungen darüber, welche mehr Beachtung und Würdigung verdienen, als es bisher gesehen zu sein scheint, mögen nur einige kurze Stichproben angeführt werden:

> „Ein Teil der mexikanischen und peruanischen Porphyre . . . . scheint in inniger Beziehung zu den Trachyten zu stehen (S. 111). In Amerika sind die Grenzen zwischen Übergangsporphyren und den wahrhaften Trachyten . . . nicht so leicht bestimmbar (S. 122). — . . . man findet porphyrartige Gesteine der Übergangszeit, welche sich teils als Übergangsporphyre teils als Trachyte ansehen lassen (S. 123). — Das Verwandtsein der Übergangsporphyre und der Trachyte, der häufige Anschein von gegenseitigen Übergängen dieser Felsarten ist ein Phänomen, von welchem die Grundlage der am meisten angenommenen geognostischen Ansichten erschüttert werden dürfte (S. 124). — In solchen Fällen weiss man nicht, wo die Porphyre aufhören . . . und wo die Trachyte anfangen (S. 126). — Aus dem Gesagten ergiebt sich, dass die Merkmale, vermittelst deren man die Übergangsporphyre und die Trachyte der Cordilleren unterscheiden wollte, sehr unzuverlässig sind" (S. 127). —

---

1) Litt. No. 9, 9a.

Über das geologische Vorkommen und Alter der Dioritporphyrite stehen keine Beobachtungen zur Verfügung. Die folgenden Bemerkungen können daher nicht den geringsten Anspruch machen, die beiden Fragen beantwortet zu haben, ja beantworten zu wollen. Sie sollen nur, auf das bisher Bekannte in dieser Beziehung gestützt, die denkbaren Möglichkeiten erörtern. Die gleiche Ungunst der Reise- und Bodenverhältnisse verhinderten in Colombia und Ecuador Anhaltspunkte zu gewinnen, welchen Anteil unsere Gesteine am Aufbau nehmen, welcher Art ihr Vorkommen und Alter. Es muss unentschieden bleiben, ob sie etwa wie die Tonalitporphyrite der Ostalpen nur wenig mächtige, wenn auch zahlreiche Gänge bilden, oder ob sie für sich gebirgsbildend auftreten wie manche ältere Porphyre und Porphyrite oder wie die Andesite. Viele, namentlich solche, die man als älter anzusprechen hat, sind vielleicht Ganggesteine. Dahin scheint auch eine Angabe HUMBOLDTS [1]) ausgelegt werden zu können: „... les porphyres entre le Cerro Brancaso et les vallées de Quilcasé et de Rio Smita, porphyres qui sont irrégulièrement stratifiés en stratification non concordante (bancs de 2—3 pieds, direction N 35° O, inclin. 40° au nord-est) avec les couches du micaschiste." Dagegen ist es wahrscheinlich, das die jüngeren unter ihnen, die von propylitischem Alter, dieselbe Rolle wie die Andesite spielen, nämlich eine grössere oberflächliche Ausbreitung besitzen und gebirgsbildend auftreten, eine Ansicht, zu der auch Herr Dr. TH. WOLF [2]) für die gleichen Gesteine Ecuadors nach langen Erfahrungen gelangt ist.

Noch grössere Verlegenheiten bereiten die petrographischen Eigenschaften unserer Gesteine bei der Beurteilung des Alters. Dasselbe lässt sich selbstverständlich nicht durch petrographische Untersuchungen endgültig bestimmen, am allerwenigsten an Gesteinen, welche so viel Schwierigkeiten bereiten wie die hier behandelten. Die Verlegenheit und Unsicherheit spricht auch deutlich aus der bisherigen Litteratur heraus. Ausser HUMBOLDT (s. o.) kommt für Colombia noch ŽUJOVIĆ in Betracht. Seine Porphyrite hält er für alt, seine Mikrogranulite für jung (d'âge récent). Es scheint, dass ŽUJOVIĆ zu sehr geneigt war, junges Alter anzunehmen. In Ecuador sind die gleichen Gesteine schon vor Jahrzehnten von TH. WOLF [2]) beschrieben worden. Nach ihm nähern sich z. B. die prachtvollen Dioritporphyre (mit zollgrossen Krystallen) bei Jipipapa in der Provinz Manabí sehr dem Quarzandesit des Hochlandes. In dem Band Ecuador I dieses Werkes (REISS und STÜBEL) werden gleiche Gesteine, „welche in ihrem allgemeinen makroskopischen Habitus sehr den jungen Gesteinen ähneln" (S. 174), bei den alten Massengesteinen beschrieben; es wird von ihnen einigemale erwähnt, dass sie die Kreideschichten durchbrechen.[3]) Geologisch eine entsprechende Rolle spielen die diabasähnlichen Gesteine kretaceischen Alters in Ecuador nach SIEMIRADZKI [4]), die von PFLÜCKER und RICO [5]) beschriebenen Propylite in Peru, MÖRICKE's [6]) Propylite in Chile, welche mit Andesiten und körnigen Dioriten (Andendioriten) ein einheitliches Eruptivgebiet bilden und in die letzteren beiden

1) Litt. No. 9, S. 127; No. 9a, S. 133.

2) TH. WOLF, Geognostische Mitteilungen aus Ecuador. N. J. f. M. 1874, 377—398. — Geografía y Geología del Ecuador. 1892, 261. — Petrographische Charakteristik der Vulkanberge von Ecuador, in A. STÜBEL, Die Vulkanberge von Ecuador. 1897, 417—438. Vergl. auch G. v. RATH, Beiträge zur Petrographie. Z. D. G. G. 1875, XXIII, 339.

3) W. REISS, Einleitung zu W. BRANCO, Über eine fossile Säugethierfauna von Punin b. Riobamba in Ecuador. DAMES u. KAYSER, Paläont. Abh. I, 2, 1883.

4) J. SIEMIRADZKI, Geologische Reisenotizen aus Ecuador. N. J. f. M. B. B. IV, 195—227.

5) PFLÜCKER y RICO, Apuntes sobre el distrito mineral de Yauli. Anales de la Escuela de construcciones civiles y de minas del Peru. B. III Lima 1883. Bericht N. J. f. M. 1885 I, 50.

6) W. MÖRICKE, Das Eruptivgebiet des S. Cristobál bei Santiago (Chile). T. M. P. M. XII 1891, 143—155.

allmählich übergehen, endlich gleichfalls in Chile die „Porphyre" Darwins, welche von STEINMANN[1]) geologisch neu untersucht worden sind und die mit mannigfachen Sedimentgesteinen ein mehrere tausend Fuss mächtiges System in Jura und Kreide bilden. Von nicht amerikanischen Gesteinen mögen die zum Vergleich herangezogenen Tonalitporphyrite der Alpen nochmals erwähnt werden, welche als Gänge in archäischen Quarzphylliten bis zur Trias auftreten[2]). Obwohl es nun nicht ohne Weiteres angängig ist, die Bildungen so weit entfernter Gegenden wie z. B. Colombia und Chile (etwa 4000 km Entfernung, man denke an die ausserordentliche Verschiedenheit der entsprechenden Verhältnisse in den einander benachbarten Gebieten der Alpen und Deutschlands) gleichzustellen, so deutet doch alles auf eine Übereinstimmung der Geologie Colombias darin mit den anderen genannten südamerikanischen Gebieten hin. Darnach ist es wahrscheinlich, dass, wie schon oben S. 153 angedeutet wurde, die Dioritporphyrite vom Tonalittypus nebst den Propyliten Erzeugnisse von Eruptionen sind, welche in älteren Formationen begannen und sich bis ins Tertiär fortsetzten, dort gleichsam abgelöst wurden von den Andesiten und Daciten mit ausgesprochen jungem Habitus. Die entgültige Entscheidung dieser Frage muss späteren Untersuchungen an Ort und Stelle überlassen werden. Wie schwierig freilich eine solche auch auf geologischem Wege nur allzuhäufig ist, zeigen am allerdeutlichsten die ungarischen Grünsteine und Propylite, welche, obwohl unter viel günstigeren örtlichen Verhältnissen schon oft untersucht, bisher nur zu abweichenden und widersprechenden Ergebnissen geführt haben.

Diabase.

Uralitdiabas (No. 539), Block vom Dorfe La Chapa am Fuss der Westcordillere. Feinkörnig, die etwa 1 1/2 mm messenden Gemengteile können mit blossem Auge noch erkannt werden. Dunkelschwarzgrün, weiss gefleckt. Mikroskopisch gleicht das Gestein am meisten dem Uralitdiabas aus der Quebrada Overo (S. 107/8). Die Struktur ist hier mehr divergentstrahlig diabasisch, das Korn gröber, frischer Augit reichlicher vorhanden. Im übrigen bemerkt man an letzterem die gleichen Umwandlungserscheinungen wie dort. Ausgezeichnet können das Aufschwellen des Augites bei der Uralitisierung, das Verworrenfaserige in Längsschnitten des Uralites, die zottigen Ansätze von Hornblendenädelchen beobachtet werden. Am Feldspath fällt die frische Beschaffenheit auf. — Ein wenig weicht eine zweite Probe (No. 540) von demselben Orte ab. Sie erscheint porphyritisch durch weisse, bis 6 mm grosse Quarzepidotaggregate. Der Augit verwandelt sich mehr in kompakte grüne und blaugrüne Hornblende. Epidot, Chlorit, Titanit und Leukoxen sind reichlicher vorhanden.

Diabasaphanit (No. 538), steht auf dem Gipfel des Cerro Munchique (Westcordillere) 3000 m hoch an. Dicht, grüngrau, mit dicker gelber Verwitterungsrinde, mit feinen und breiteren weissen Quarzadern. Mikroskopisch besteht das Gestein zum grösseren Teil aus monoklinem Augit. Derselbe bildet in der gleichen Weise, wie es KLAUTZSCH[3]) an Diabasen aus Ecuador beschreibt und abbildet, faserige und stengelige Aggregate, welche Sphärolithen-, Garben- und Fächerform besitzen (Taf. VIII, Fig. 1). In dieser Ausbildung ist der Augit gelb gefärbt und trüb. Dagegen sind grössere Körner,

1) G. STEINMANN, Reisenotizen aus Chile. N. J. f. M. 1884 I, 198—203. Vergl. BERGHAUS' Physikalischer Atlas I, Geologie, Karte 14, Text 1892, S. 6/7.

2) Vergleiche auch die zahlreichen, bei ROSENBUSCH, Massige Gesteine 1896, 449—452 aufgeführten, häufig dacit- und andesitähnlichen dioritporphyritischen Ganggesteine.

3) Dieses Werk Ecuador I, 247—249, Taf. VI, Fig. 2.

verzwillingte Krystalle und Körnernester dieses Minerales farblos, rein und frisch. Lange schmale Leisten von Feldspath treten an Menge bedeutend zurück. Ziemlich reichlich bemerkt man Erz und mikroskopische, meist unregelmässig gestaltete mandelartige Räume, welche von einer grünen schuppigen Substanz und von Epidot ausgefüllt werden.

Genau die gleiche Garbenstruktur des Augites zeigt ein Diabasaphanit (No. 555), welcher zwischen Sombrerillos und Mercaderes ansteht. Das Gestein ist dunkler als das vorige, fast schwarz, dicht, basaltähnlich, von zahlreichen breiteren und sehr feinen Adern durchsetzt. Mikroskopisch offenbart sich ein noch feineres Korn, zierlichere Augitaggregate grössere Frische. Die grünen Mandeln fehlen. In den Adern kann man die Gangbreccienstruktur im kleinsten Massstab sehr gut beobachten.

Einen stark veränderten **Diabasaphanit** stellt wahrscheinlich ein Blockvorkommnis unterhalb Berruecos (No. 574) dar. Dicht, massig, dunkelgrün, mit breiten epidotreichen Adern und quer dazu mit feinsten ebensolchen Spältchen, zerfällt beim Anschlagen in kleine scharfkantige Stücke. U. d. M. gewahrt man nur ein dichtes Nebeneinander von unbestimmt begrenzten kleinen blaugrünen Körnern faseriger Hornblende, in und zwischen welche massenhaft winzige Epidotkörnchen eingelagert sind. Einzelne grössere uralitische Hornblenden treten mikroporphyrisch hervor. Bei der Musterung der Schliffe stösst man auf hellere Stellen, welche unschwer als leistenförmige, strahlig gestellte, mit Neubildungen erfüllte Feldspäthe erkannt werden können. Die Ausfüllungsmasse der Adern besteht aus gelbem Epidot und albitähnlichem, zuweilen gestreiftem Feldspath. Dass bei der Umwandlung dieses Diabases Druck mitgewirkt hat, geht aus den zahlreichen Adern hervor.

Ein chloritisch zersetzter, an sekundärem Quarz reicher **Diabasaphanit**, dunkelgrün, dicht, kommt im Rio Vado vor.

Diabasporphyrite. Am rechten Gehänge des Rio Quilcasé anstehend. Dichtes, hartes, hornsteinartiges grünes Gestein, an dem makroskopisch (wegen gleicher Farbe) keine Ausscheidungen hervortreten.

Block oberhalb Rio Esmita (No. 550). Auf der einen, die geglättete Oberfläche des abgerollten Blockes zeigenden Seite der Probe treten zahlreiche, ziemlich scharf abgesetzte, 2—10 mm grosse bläulichgrüne Krystalle höckerartig hervor, die man für ein dunkeles Silikat halten möchte, welche aber dem Feldspath angehören. Auf der Bruchfläche verschwinden dieselben in der einförmigen schmutziggrünen Grundmasse.

Block unterhalb der Quebrada honda. Bläulichgrün, mit vielen kleinen hellgrünen Feldspäthen, dunklen Krystallen und einzelnen weissen Kalkmandeln.

Blöcke an der Brücke über den Rio Mayo (No. 563). Dunkelgrün, von braunen Klüften dicht durchzogen. Zahlreiche hellgrüne Feldspäthe (bis 4 mm) sind am Handstück schwer, am Präparat gut erkennbar. Augit kann mit der Lupe vereinzelt bemerkt werden.

Alle Diabasporphyrite enthalten in einer dichten Grundmasse Feldspath und Augit makroporphyrisch und sind grünsteinartig zersetzt. In dem Gestein vom Rio Quilcasé ist der monokline farblose, ausserordentlich reine Augit am frischesten erhalten. Nur vereinzelt beobachtet man winzige Glaseinschlüsse (?) in ihm. Dagegen zeigt er starke Zertrümmerung. Breite Risse durchsetzen ihn, die Teile sind verschoben; häufig löst sich ein grösserer Krystall in viele kleine, durch Neubildungen getrennte Körner auf. Den porphyrischen Feldspath erfüllen zum grössten Teil winzige Körnchen, Fäserchen, Nädelchen, Schüppchen schwer bestimmbarer Mineralien (Epidot, Chlorit, Hornblende u. a. m.).

Die Grundmasse zeigt häufig noch pan- bis hypidiomorphkörnige Struktur, indem sie aus kräftigeren Feldspathleisten und Augitkörnern besteht. Der Augit hat überall seine optischen Eigenschaften behalten, während Feldspath vielfach bei wohl bewahrter Form mit der körnig getrübten Umgebung nicht mehr auf polarisiertes Licht wirkt. An anderen Stellen sieht die Grundmasse wie ein Zerreibungsprodukt aus, das von zahlreichen dunklen Quetschlinien durchsetzt wird. Ähnliche Verhältnisse erblickt man in Präparaten des Gesteines vom Rio Esmita. Der Augit kommt hier nur in Bruchstücken und Trümmern vor. Die Feldspäthe sind dicht von lebhaft grünen, feinschuppigen und -faserigen Neubildungen erfüllt, und die Grundmassse scheint weitgehend umgewandelt, durch körnigen Quarz und Albit neben Chlorit und Epidot ersetzt zu sein.

Der Porphyrit der Quebrada honda enthält den porphyrischen Feldspath und Augit noch verhältnismässig frisch, ebenso die zarteren Feldspathmikrolithen der Grundmasse in einem grünen viriditischen Teig. Ein Präparat dieses Gesteines ist merkwürdig, weil eine Hälfte desselben das Gestein gewissermassen in lebhafter Bewegung zeigt im Gegensatz zu der normalen Ruhe des anderen. Aus grünen Substanzen bestehende mit Epidotkörnchen und Mikrolithen versehene Drucklinien, breitere Schlieren und Strähne durchziehen zuweilen in weitausgreifenden Windungen den gestörten Teil. An der scharfen buchtigen Grenze gegen den normalen Teil scheinen sich die Bewegungen zu stauen und eng aneinander zu legen. Die porphyrischen Krystalle der „fluidalen" Hälfte haben ausgesprochene Trümmerform. Die Gegensätze in dem einen Präparat sind in der That überraschend. — Am frischesten ist die Grundmasse in dem letzten Gestein vom Rio Mayo. Sie besteht bei panidiomorphkörnigem Charakter aus Plagioklasleisten, Augitsäulchen und Erzkörnchen. Ausser sekundären, mit viriditischer Substanz versehenen mikroskopischen Quarzmandeln scheint auch primärer Quarz in der Grundmasse vorhanden zu sein. Im übrigen wiederholen sich die oben angedeuteten Zersetzungserscheinungen, während Druck- und Flussspuren fehlen.

Pikrit, am Abhang zwischen Rio de Lerma und Rio Sánchez. Feinkörnig, dunkelgrün. Mit der Lupe vermag man Olivin und Augit zu unterscheiden. Mikroskopisch weicht das Gestein nicht von den auf S. 109 und 133 beschriebenen Pikriten ab. Im Erhaltungszustand gleicht es dem letzteren vom Hügel westlich von der Tetilla von Popayan.

Breccienartige Diabasporphyrite, grobe Diabasbreccien und -konglomerate.

Da Breccien pyrogener und sedimentärer Natur wie häufig so auch hier schwer zu unterscheiden sind, wurden sie im folgenden zusammen aufgeführt. Für Gesteine mit verschiedenem diabasischem Material und grünen Zersetzungsprodukten ist „Grünstein" gebraucht.

Grünsteinkonglomerat (No. 552), Geröll aus dem Rio Guachicono. Hell grüngrau, in einer kleinkörnigen „Grundmasse" liegen bis 80 mm grosse grüne aphanitische Brocken und viel Quarz.

Porphyritkonglomerat (No. 575), Block aus dem Rio Juanambú. Fest, heller grün. Dünne weisse Kalkkrusten verkitten bis 55 m grosse runde grüne und dunkelviolette Brocken vorwiegend von Diabasporphyrit.

Porphyr-Diabasporphyritbreccie, Block im Rio Toldopamba, vom Rücken zwischen diesem und dem Rio Juanambú stammend. Feinkörnig, dunkelgrün mit kleinen weissen Feldspäthen.

Porphyritbreccie, Block an der Brücke über den Rio Mayo. Unbestimmt hell- und dunkelgrün gefleckt mit einzelnen braunen Brocken, makroskopisch undeutliche Breccienstruktur.

Dasselbe, Geröll im Rio Mayo, an der Brücke unterhalb La Cruz. Hellergrün, deutlich breccienartig, wie gequetscht aussehend.

Die Breccien und Konglomerate sind zum grössten Teil ebenso zusammengesetzt wie die Gesteine aus der Umgegend von Popayan (S. 133), von dem Gebirgsrücken auf der linken Caucaseite (S. 142) und aus dem Rio Quilcasé bei der Hacienda Sotará (S. 147). Porphyr-, Diabasporphyrit- und Spilitbrocken bilden die Bestandteile. Grüne chloritische und serpentinartige Zersetzungsprodukte durchschwärmen dieselben, während auffallenderweise Augit sehr häufig noch frisch ist. Quarz und Epidot begegnet man sehr reichlich in dem zuerst genannten Gestein aus dem Rio Guachicono. Die Quarzkörner sind hier zum grössten Teil in ein Aggregat zerdrückt. Reich an Spilitbrocken und vollständig frischem Augit erweist sich das Gestein aus dem Rio Juanambú.

Sedimentgesteine.

Die Sedimentgesteine, aus feinkörnigen Grünstein-(Porphyrit-, Diabas-, vielleicht auch Propylit-) Breccien und -Konglomeraten, aus Sandsteinen verschiedener Ausbildung, aus thonigen Gesteinen und Andesittuffen bestehend, bereiten der Untersuchung und Bestimmung in ähnlichem Sinne Schwierigkeiten, wie die grosse Gruppe der Dioritporphyrite (siehe S. 157 bis 168) des Gebietes. Besonders sind die Altersbeziehungen häufig Zweifeln unterworfen. Grünsteinbreccien einerseits von fester grauwackenartiger Beschaffenheit, andererseits mehr sandig von jüngerem Aussehen, besitzen gleiche mineralische Zusammensetzung, während äusserlich ähnliche Gesteine aus alt- oder jüngereruptivem Material gebildet sein können. Trotzdem besteht aber zwischen den zweifellosen andesitischen Sedimenten und jünger erscheinenden Grünsteinbreccien immer noch ein deutlicher mikroskopischer Unterschied. In den letzteren, in den jünger aussehenden Grünsteinbreccien hat man vielleicht die Zertrümmerungs- und Absatzprodukte der jüngeren Porphyrite, vielleicht auch der Propylite zu erblicken. Etwaige, bei den nachstehenden Gruppierungen untergelaufene Irrtümer erklären sich aus den angedeuteten Verhältnissen.

Feinkörnige Grünsteinkonglomerate.

Grünsteinkonglomerate stehen überall zwischen Dolores und Arboles an. Grün, gleichmässig aus weissen und dunklen Körnern gemengt.

Dasselbe, Plateau zwischen Guachicono und Patía, Weg Arboles-Bonifacio. Schmutzighellgrau; enthält reichlich frische grüne Hornblende vielleicht aus den Dioritporphyriten.

Dasselbe, am Übergang bei Mazamoras, am Wege zwischen Bonifacio und Lerma. Dem vorigen ähnlich, heller, mit Hornblende.

Dasselbe, rechtes Gehänge des Rio San Jorje, zwischen Rio Sánchez und Marmato. Grün, mit einzelnen haselnussgrossen Geröllen von Quarz und schwarzem Schiefer.

Dasselbe, bildet den unteren Teil der Hügel an der Nordseite des Rio Mayo, wechselt mit dichten Schiefern und Sandsteinen, 2—3 Stunden unterhalb San Pablo. Dunkelgrün, fest, mit einzelnen grösseren dunklen Geröllen; enthält ganz zersetzte Hornblendekrystalle. — Eine zweite

Probe vom Rio Mayo (von Herrn R. B. WHITE) ist heller, mehr sandig-körnig und ärmer an Grünsteinmaterial.

Dasselbe (No. 564), vom linken Ufer des Rio Mayo am Aufweg nach Union, sehr verbreitet im Thal des Rio Mayo. Sandigkörnig, grünlichgrau.

Keines der aufgeführten Gesteine besteht lediglich aus Diabas- und Porphyritmaterial, in allen sind Quarz und Schieferbröckchen und zwar die vielfach erwähnten kohlenstoffhaltigen Sericitgesteine reichlich beigemengt, so dass diese Breccien eine grauwackenähnliche Zusammensetzung haben. Verschwindet das Grünsteinmaterial, dann gehen sie in Grauwacken und Sandsteine der nächsten Gruppe über. Der Quarz ist meist reich an Flüssigkeitseinschlüssen, selten erblickt man Glaseinschlüsse. Gestauchte Muskovit-, grün zersetzte Biotitblätter, Hornblende, Feldspath meist Plagioklas, viriditisch zersetzte Porphyrit-, Spilit-, auch Porphyrbröckchen, Epidot und Calcit neben grünen Zersetzungsprodukten sind die häufigsten Bestandteile. Frischen Augit findet man ganz vereinzelt. Die Hornblende in dem Gestein von der Nordseite des Rio Mayo ist bei wohl erhaltener Krystallform ganz in Serpentin und Calcit zersetzt und mit lockerem Erzrand umgeben, während sie sonst, wo sie vorhanden, frische Beschaffenheit, meist grüne, selten braune Farbe besitzt. Das Korn der Gesteine ist von recht gleichmässiger Grösse, eckig und abgerundet, die Bestandteile liegen meist dicht nebeneinander oder viriditische Substanzen bilden den Kitt und verwischen die Grenzen.

Sandsteine.

Gemengte Sandsteine. Zwei Proben, eine vom Rio Mayo, sehr feinkörnig dunkelbraun, und eine aus der Quebrada Papinal, gelbgrau, schliessen sich in der Zusammensetzung noch den vorigen an, entbehren aber des Grünsteinmateriales fast ganz und sind feinkörniger.

Bunte, eisenreiche, z. T. thonige **Sandsteine**, ziegelrot, dunkelbraun und schmutzig violett, stehen bei La Union (No. 566) und auf dem Wege nach dem Alto de los Arenales (Probe vom Gipfel desselben), ferner ober- und unterhalb Berruecos (No. 567/8) an. Sie enthalten viel Eisen, bestehen aus Quarz und zum Teil noch aus Schieferbröckchen. Ausser den schon erwähnten Sericitschiefern kommen auch reichlich brauntrübe wetzschieferartige Bröckchen vor. — Lettige Lagen in diesen bunten Sandsteinen bilden wahrscheinlich dunkelviolette fette Thone (No. 569, 570), welche ebenfalls unterhalb Berruecos anstehen.

Ein **Konglomeratsandstein** (Grauwacke) vom Rio Sambingo, Block in der Quebrada Papinal, verdankt seine dunkele blauschwarze Farbe dem Reichtum an Graphitphyllit- und -quarzitbröckchen in der Grundmasse, während aus derselben weisse Quarzgerölle hervortreten.

Ein hellerer **Konglomeratsandstein** (No. 545) steht beim Dorfe Quilcasé (westl. Reiseweg) an. Runde, bis 15 mm grosse, weisse Quarzkörner und schwarze, weisse und gelbe Schieferbrocken setzen ihn zusammen. Ein gleiches Gestein steht in mächtigen Bänken unter ein Drittel des Weges am Gehänge des Rio Quilcasé (östl. Reiseweg) an.

Ein rostgelber **Konglomeratsandstein** (No. 565) mit 25 mm grossen Gesteinsbrocken vom Aufweg nach La Union ist auf dem linken Mayo-Ufer sehr verbreitet.

Nur wenige Gesteinsbröckchen enthalten die feinkörnigen hellen **Quarzsandsteine**: von der Mine Cordoba bei Dolores, gelb; im Bach oberhalb Lerma, weiss, bröcklig; am Westfuss

der Teta de Lerma am Sattel mit vereinzelten grösseren Quarzen; häufig auf dem rechten Gehänge des Rio San Jorje zwischen Marmato und dem Flussübergang Zuntas-Bolívar anstehend, rötlichgelb, zersetzt. Ihre Zusammensetzung giebt zu keinen weiteren Bemerkungen Anlass.

Sehr feiner thoniger **Sandstein**, zahlreiche Schichten zwischen Arboles und dem letzten Pik gegen Patía. Rötlichgrau, riecht stark thonig. Die salzsaure Lösung des Pulvers enthält wenig Eisen und Kalk. U. d. M. bemerkt man ein recht gleichmässig körniges Aggregat von Quarzkörnern, zwischen denen sich reichlich farblose Glimmerschüppchen finden. Undurchsichtig erscheinende Körner löst stärkere Vergrösserung in dichte Häufchen gelb und rötlich durchscheinender Körnchen auf. Reichlich ist auch Zirken vorhanden. — Ähnliche Zusammensetzung hat ein mehr thonschieferartiges Gestein vom rechten Gehänge des Rio San Jorje zwischen Rio Sánchez und Marmato. Grünlichgrau, weich, schiefrig. U. d. M. ist das Korn feiner, der Thongehalt grösser und ziemlich zahlreich sind rostig gefärbte runde Calcitkörner vorhanden. — Angeschlossen möge hier werden ein dunkelblauvioletter **Thonschiefer** vom Pass Mazamoras. U. d. M. wechseln feinschlammige thonschieferartige mit mikroskopisch feinkörnigen sandigen Partieen.

Tuffartige Sandsteine. Zwischenlagen in den Tuffen und Konglomeraten am Wege von El Tambo nach der Quebrada San Roque (No. 542). Schmutziggelb, bröckelig. — In den Quebradas beim Dorfe Quilcasé anstehend (No. 544). Schmutzig gelbgrau, etwa $^1/_2$ mm grosse gelbliche, grünliche und schwarze Körner erkennbar. — In geneigten Schichten im Thale des Rio Esmita anstehend (No. 549). Feinkörniger als das vorige, grünlichgelb. — In der Hauptsache das Plateau von Mercaderes oberhalb Mojarras bildend (No. 553).

Die Stellung dieser Gesteine, ihre Natur und ihr Alter muss zweifelhaft gelassen werden. Auch ihre Beziehung und Abgrenzung gegenüber den Grünsteintuffen ist zuweilen schwer festzustellen, ein Umstand, der sich aus dem bei den Tonalitporphyriten Gesagten erklärt. Aus den obigen Ortsangaben scheint hervorzugehen, dass sie junge, vielleicht alttertiäre Bildungen sind. Wahrscheinlich sind es die Hondasandsteine HETTNERS (s. o. S. 39). Geologisch spielen sie vermutlich eine ähnliche Rolle wie der eocäne Taviglianazsandstein der Schweiz und äusserlich gleichen sie vielfach den sogenannten Trappsandsteinen.

Neben dunklen Silikaten und Feldspäthen enthalten sie auch reichlich Quarz aus älteren Gesteinen und Schieferbröckchen. Obwohl die frischen glasigen, Glaseinschlüsse führenden Feldspäthe an Andesite erinnern, ist doch das mikr. Bild wesentlich anders als das der andesitischen Sandsteine. Augit kommt selten vor, der häufigste dunkle Gemengteil gehört jener grünen bis giftgrünen Hornblende an, welche als ein charakteristischer Bestandteil der Tonalitporphyrite erwähnt wurde. Ob die Sandsteine von El Tambo und vom Rio Esmita hierher gehören, ist fraglich. Sie sind für eine genauere Bestimmung schon zu sehr ferritisch zersetzt. In den anderen Vorkommnissen erinnern viriditische Zersetzungsprodukte und Epidot auch zuweilen an die „älteren Grünsteine“.

Andesittuffe. Im Flussbett des Rio Timbío am Wege von El Tambo (westl. von Popayan) nach Patía anstehend (No. 543). Hellgrau mit weissen und schwarzen, bis 15 mm grossen Andesitbrocken. — Oberste Schicht auf dem Plateau von Mercaderes (No. 554). Gelblichweiss, erdig, mit zerstreuten Poren. — $1^1/_2$ Stunde unterhalb Berruecos anstehend, von Quarzgängen durchsetzt, mit Nestern von Kieselkupfer. — Die 300—400 m mächtigen Konglomeratmassen an den Ufern des Juanambú überlagernd (No. 577—579). Feinkörnig, sandig, feinporös, gelblichweiss. Eine Probe

enthält Bimssteinbrocken, eine andere längliche Hohlräume, welche von Pflanzenstengeln herzurühren scheinen. Von weissem bis rauchgrünem Gangquarz durchsetzt. — Vom Alto de Aranda (No. 701). Sehr bröcklig, rötlichgelb, mit kleinen dunklen Körnern.

Die als Andesittuff bezeichneten Gesteine bestehen im Gegensatz zu den vorigen Sandsteinen fast ausschliesslich aus wohl charakterisiertem zweifellosem Andesitmaterial. Bröckchen der verschiedensten Andesite, Dacite und Bimssteine liegen in einem feineren andesitischen Zertrümmerungsmaterial. Grüne Hornblende ist allerdings auch hier reichlich vorhanden. Das Gestein von Mercaderes und eins vom Rio Juanambú werden aus kleinen, zwischen + Nic. dunkel bleibenden Körnchen (zertrümmerten opalisierten Mineralien) und grösseren Andesitmineralien gebildet. Bräunlicher Chalcedon tritt häufig als Porenausfüllung und Kitt auf.

Kaolin (No. 546), bildet eine grosse weisse Masse in den Geröllterrassen des Patíathales. Rein weiss mit kleinen Quarzen. Ein Präparat zeigt einen Quarzporphyr mit im allgemeinen unveränderter Struktur. In einer nur aus Kaolinschüppchen bestehenden Grundmasse sind die typischen Porphyrquarze eingebettet. Zwischen + Nic. erkennt man auch kaolinisierte Feldspäthe und Glimmerleisten.

Mehrere **Kaolin**proben (No. 702—705) vom Alto de Aranda aus einer Höhe von 2980 m scheinen junge Gesteine (Dacite?) gewesen zu sein. Zusammenhängende Schliffe herzustellen, gelang nicht. In dem gepulverten Material bemerkt man sehr reine glasige Quarze und Plagioklase mit Glaseinschlüssen, welche z. B. braune Farbe haben. Dunkele Silikate fehlen.

Magneteisenreicher Sand (No. 559) findet sich in den Quebradas, welche das Sedimentärgebirge zwischen dem Rio Sombrerillos und Rio Mayo durchfurchen. Ausser dem oben schon erwähnten (S. 152/3) Magneteisen und Granat, an welch letzterem die vorliegende Probe arm ist, beteiligen sich noch reichlich Andesit- und (?) Porphyritgemengteile an der Zusammensetzung dieses Sandes, wenig braune, viel grüne Hornblende mit Glaseinschlüssen, ganz frischer Plagioklas und Quarz, beide mit schönen Glaseinschlüssen, wenig Biotit. — Als grössere Mineralvorkommnisse aus diesem Sand sind zu erwähnen: Granat bis hasselnussgross, einzelne scharfe Rhombendodekaëder; Pyrit; etwas abgerollte Quarzkrystalle 15—20 mm; ein 11 mm langer, 10 mm dicker halbbläulicher Korundkrystall; erbsengrosse Körner von Rubin und Sapphir.

Merkwürdig zersetzte Gesteine, **Andesit** oder **Porphyrit?** (No. 699, 700) kommen in Blöcken am Alto del Tambo del Obispo bei Pasto vor. Scheinbar feinkörnig, weiss, gelb und rostrot gefleckt, z. T. mit kleinen rosterfüllten Poren. Die mikr. Untersuchung ergiebt eine wohl überwiegend aus Neubildungen bestehende, sehr feinkörnige Grundmasse, Quarz von wechselndem Korn, massenhaft farblose Schüppchen, Rostballen und Hämatitkörner. In der einen Probe erblickt man zahlreiche kräftigere radialgestellte, auch aggregierte Säulen eines farblosen geringer Auslöschungsschiefe und Minerales mit geringer Auslöschungsschiefe und Hornblendehabitus, dessen Natur nicht sicher festgestellt werden konnte. Mikroporphyrische Feldspäthe, wahrscheinlich auch ein dunkles Silikat sind nur schattenhaft erkennbar oder als Hämatitpseudomorphosen erhalten.

Ganggestein an der Mine des Generals Cordoba, Dolores. Weisser Kalk, bunt gefleckt, rötlich, braun, braungelb. Das Mikr. zeigte ein Gemenge von grösseren Quarz- und Calcitkörnern, letztere reich an Flüssigkeitseinschlüssen, von filzig-strahlig angeordneten schlanken Epidotsäulen durchwachsen, ferner kleine Bröckchen eines noch Reste frischen Augites enthaltenden Gesteines (Pikrit?).

Andesite.

Pyroxenandesit, Haus Cordoba, Ostfuss des Cerro Brancazo. Dunkle braunschwarze dichte Grundmasse mit grossen porphyrischen Krystallen. Die Grundmasse ist u. d. M. ein braunes Glas, welches reichlich breit rechteckige und langleistenförmige Feldspäthe, Augit und Erzkörner zweiter Generation enthält.

Amphibolandesit von demselben Ort. Hellgrau, kleinporphyrisch. Grundmasse u. d. M. vorwiegendes farbloses Glas mit wenig winzigen Mikrolithen. Porphyrische Hornblende braun, frisch, Feldspath zu einem grossen Teil opalisiert.

Pyroxen-Amphibolandesit, biotitführend. Geröllschicht im Seitenthal des Rio Guachicono, in welcher der Weg Arboles-Bonifacio hinabführt. Grau, krystallreich, grosse Hornblenden und Feldspäthe 5 mm. Farblose Glasgrundmasse reich an Mikrolithen (winzige Nädelchen), mit grösseren, langen, schmalen Grundmassenfeldspäthen.

Amphibol-Pyroxenandesit, biotitführend (verhältnismässig reich daran). Geröll im Rio San Jorje. Schwarzgrau, glasig. Mikr. braunes Grundmassenglas mit winzigen Mikrolithen (Nädelchen) und kräftigeren Feldspathleisten.

Pyroxenandesit, ausgezeichnet sphärolithisch (No. 548). Block am Wege von Bordo nach Patía. Dunkelgrau mit 3 und 4 mm grossen Kugeln. Das merkwürdige Gestein entspricht dem von Küch auf S. 40 und 111 beschriebenen, auf Taf. IX Fig. 4 abgebildeten Pyroxenandesit, „loser Block, Páramo de Sotará nahe der Waldgrenze", stimmt mit demselben in dem Gehalt und der Struktur der Mikrofelsitkugeln, in der breit rechteckigen Form der Feldspäthe überein, unterscheidet sich aber von ihm in einigen wesentlichen Punkten. Während das Gestein vom Sotará ein tiefbraunes, ausserordentlich mikrolithenarmes Glas mit ausgezeichneter Perlitstruktur zeigt, liegt hier ein vollständig farbloses, perlitischer Sprünge ganz entbehrendes, an Mikrolithen (Nädelchen und zierlichen Margariten — zu Stäbchen und Bogen aneinander gereihten runden Körnchen) überaus reiches Glas vor. Trotz der Abweichungen dürfte oder könnte das Gestein von Patía vom Sotará stammen, denn der Guachicono empfängt aus dem Sotarágebiet zahlreiche Nebenflüsse und ausserdem, kommen derartige farblose, an winzigen Mikrolithen reiche Glasgrundmassen bei den Sotaráandesiten häufig vor, wenn auch ohne Sphärolithen.

Pyroxenandesit, kleine lose Stücke an der Laguna am Nordfuss des Páramo de las Animas; dasselbe als Geröll an der Einmündung der Quebrada honda und in losen Blöcken auf dem Wege Bordo-Patía (No. 547). Schwarze, körnigdichte, basaltähnliche, frische Gesteine mit flachmuscheligem körnigem Bruch. Auch mikr. stimmen die drei Vorkommnisse im wesentlichen überein. Die Grundmasse ist ein farbloses Glas, in welchem dicht gelagerte, winzige, farblose kurze Nädelchen und ebenfalls winzige Erzkörnchen ausgeschieden sind. Mikroporphyrische Einsprenglinge finden sich in dem Gesteine von Bordo-Patía fast gar nicht, in den beiden anderen dagegen zerstreut Plagioklas und Augit ganz überwiegend in Form langer schmaler Leisten, und zwar sind dieselben in dem Andesit vom Páramo de las Animas annähernd fluidal, im anderen unregelmässig gestellt. Dieselben haben aber nicht als Ausscheidungen erster Generation zu gelten,

sondern gehören der Grundmasse an. Unsere Gesteine ähneln mikr. der Grundmasse eines unter den Schliffen Küchs vertretenen Pyroxenamphibolandesites vom Rio Mayo, in welchem aber noch reichlich Ausscheidungen erster Generation von Feldspath, Hornblende und Augit vorhanden sind. In den beschriebenen drei Gesteinen dürfte man wohl schnelle, dem Obsidian genäherte Erstarrungsformen zu sehen haben.

Palagonittuff? am zweiten Fluss nördlich von Roble anstehend. Das Gestein hat das Aussehen und die Zusammensetzung eines feinporphyrischen Dacites. Hellgrau, glasige Feldspäthe und dunkeler Glimmer erkennbar. Mit der Lupe bemerkt man ausserdem, durch die mikr. Betrachtung aufmerksam gemacht, reichlich kleine (unter 1 mm), zuweilen langgestreckte schwarze obsidianähnliche Partikel. U. d. M. bietet sich jene von den Palagonittuffen bekannte, auf Taf. VI, Fig. 6 wiedergegebene merkwürdige Struktur dar[1]), welche auch Ähnlichkeit mit dem von Zirkel[2]) gebotenen Bild eines Rhyolithes von den Mopung Hills hat, aber nur der Erscheinung nach nicht stofflich. Das eigentümliche Aussehen des mikr. Bildes wird durch mannigfach gestaltete, konkavbogige, scherben-, hufeisen-, ringförmige Gebilde verursacht. Dieselben sind bräunliches, vollständig mikrolithen- und blasenfreies Glas, das am Rande farblos wird, auch sonst häufig unregelmässig farblos gefleckt ist und in farblose Glasscherben übergeht. Diese Dinge liegen in einer farblosen (sehr dünner Schliff) bis grünlich schimmernden, gekörnelten, meist schwach polarisierenden, mikrofelsitartigen Substanz, welche in deutlich faseriger Ausbildung die Glasscherben umsäumt. Diese Substanz entspricht dem Palagonit in den Palagonittuffen, welchen man als Zersetzungsprodukt der Glasscherben, des Sideromelans, auffasst; nur vermisst man hier die braungelbe bis morgenrote Farbe. Porphyrisch eingesprengt finden sich in unserem Gestein nicht allzureichlich Krystalle und Körner von Plagioklas, Sanidin, Quarz, braunem Biotit, alle sehr rein und frisch, endlich einige Bimssteinund Schieferbröckchen. Trotz der auffallenden Übereinstimmung unseres Gesteines mit manchen Palagonittuffen, obwohl ausser der Scherbenform des Glases einige Erscheinungen auf einen Tuff hinweisen, spricht doch andererseits manches nicht überzeugend für einen Tuff. Das mikr. Bild könnte gut dasjenige eines Dacites allerdings mit palagonitartiger Grundmasse sein. Die bräunlichen Glasscherben legen sich häufig wie bei der Fluidalstruktur um die Einsprenglinge herum, bandförmig ausgezogene Partieen des Glases zwängen sich gleichsam elastisch zwischen eng aneinander liegenden Krystallen durch, Erscheinungen, welche schwerlich durch tuffartige Zusammenhäufung von Glasscherbchen und deren nachträgliche Zersetzung erklärt werden können. Mit Basalten hat das Gestein offenbar keinen Zusammenhang.

Pyroxenandesit (No. 694), Block von Buesaco bei Pasto. Dunkel-schwarzgrau, feinporphyrisch frisch. Ein zweiter (No. 693) krystallreicher, kleinporphyrischer poröser **Pyroxenandesit**, erhält seine schmutzigviolette Farbe durch das Rostigwerden des porphyrischen und Grundmassenaugites.

Normale **Pyroxenandesite** kommen anstehend und in Blöcken am Alto de Arando nördlich von Pasto vor. Der eine (No. 696 Block) dunkelgrau, kleinporphyrisch, krystallreich mit weissen Feldspäthen, der andere (No. 697 anstehend) heller, missfarbig violettgrau mit trüben opalisierten Feldspäthen.

---

1) Siehe auch Rosenbusch, Massige Gesteine, 1896, Taf. VI, Fig. 4.

2) F. Zirkel, United states geol. explor. of the fortieth parallel. Micr. Petrography. 1876 Washington. Taf. VII Fig. 4. — Vergl. auch Berichte der K. sächs. Gesellsch. d. W. Math.-phys. Kl. 1877, 214 u. f.

Propylite oder **jüngere Porphyrite** stellen zwei weitere Gesteine (Blöcke) vom Alto de Arando dar. Das eine (No. 695) mit bräunlichgrauer dichter kompakter porphyritischer Grundmasse, in welcher die Hornblendeeinsprenglinge (bis 6 mm) zahlreicher sind und mehr hervortreten als der Feldspath. Ein zweites (No. 698) mit grünlicher Grundmasse und trüben gelblichen Feldspäthen. In dem ersten ist die Hornblende durchaus grün und teilweise reich an den bei den Porphyriten erwähnten Glaseinschlüssen, in dem zweiten grün zersetzt. Hier kommt auch Quarz in wenigen kleinen mikroporphyrischen Körnern, reichlicher als Grundmassengemengteil vor.

Vulkanische „Bomben". Pyroxenandesitbombe (No. 547), vom Wege zwischen Bordo und Patía, in natürlicher Grösse auf Taf. VIII abgebildet. Flach ellipsoidisch, wenig verdreht. Die ganze Oberfläche bedecken grössere und kleinere Gruben, welche meist noch durch feinste Löcher punktiert erscheinen. Auf der einen Seite sind die Gruben flach, auf der anderen tiefer, und es vereinigen sich hier zuweilen benachbarte zu einem breiten tiefen Kanal. Während das Gestein auf frischem Bruch tiefschwarz und mattglänzend ist, zeigt die Oberfläche eine blinde feinpunktierte Beschaffenheit und schmutziggelbliche, lehmige Farbe. Petrographisch ist das Gestein mit dem auf S. 175 beschriebenen obsidian- oder pechsteinartigen Pyroxenandesit von Páramo de las Animas, Quebrada honda und Bordo-Patía identisch.

Im Anschluss daran mag nachträglich ein **Obsidianblock** (No. 536) beschrieben werden, welcher wenig verkleinert auf Taf. VII abgebildet ist. Er stammt aus einer Quebrada bei Poblazon (vgl. S. 138 u. 144) nicht weit von Popayan. Das Vorkommen dieses Obsidians entspricht nach Stübel wahrscheinlich demjenigen lagenartig struierter glasiger Laven, wie etwa der auf Lipari, wo perlitische und Obsidianlagen miteinander wechseln. Der abgebildete Obsidianblock hat, wie Taf. VII erkennen lässt, oben und unten eine ebene, von Schwundrissen durchfurchte und mit Gruben und Gängen versehene Flächen, welche als die Grenzen gegen die oben und unten anstossenden Schichten anzusehen sind und den Eindruck machen, als hätten sich letztere auf dem zähflüssigen Obsidian abgedrückt. Die Höhe des Obsidianblockes stellt auch die Höhe der betreffenden Obsidianlage dar. Die seitlichen Begrenzungsflächen des Blockes entsprechen Schwundklüften in der erstarrenden Obsidianmasse. Am merkwürdigsten sind die an den Seiten gut ausgebildeten, scharfgezogenen und -begrenzten, mit Wurm- oder Insektengängen vergleichbaren Kanäle. Mehrfach kann bemerkt werden, dass zwei solcher Kanäle oder ein ganzes System zunächst in gewisser Entfernung voneinander verlaufen, sich im Bogen nähern, dicht aneinander vorbeigehen und dann plötzlich aufhören (vgl. Taf. VII). Die Wurmgänge sind immer gleichtief, nur an der Oberfläche vorhanden und setzen sich niemals in das Innere fort. Petrographisch gleicht der Obsidian dem auf S. 117 beschriebenen. Die Oberfläche des Blockes ist schwarz, erscheint matt aber nur infolge einer feinen Punktierung. Bei der Betrachtung mit der Lupe ergiebt sich eine glänzende Oberfläche.

Wie im allgemeinen Teil schon angedeutet wurde, erinnert die Oberflächenbeschaffenheit der beiden Körper an neuerdings mehrfach beschriebene vulkanische Bomben und „Aërolithe" (Litt. s. S. 155 Anm.). Die Gruben der „Bombe" von Patía würden den sogenannten Fingereindrücken der Meteorite entsprechen und die Wurmgänge den Rinnen, Furchen und Kanälen. Besonders gleichen die Kanäle auf den Billitonkugeln sehr unseren Wurmgängen. Sind die Billitonkugeln von Verbeek für Auswürflinge von Mondkratern gehalten worden, eine Ansicht, welche Jahn mit Recht zu den „geistreichen Hypothesen" stellt, so hat neuerdings E. Fr. Suess die Moldawite, welche ähnliche Oberflächenbeschaffenheit zeigen, zu einer ganz neuen Meteoritenabteilung zu machen versucht, mit Zustimmung von der einen, mit Widerspruch von der anderen Seite.

Für unsere „Bomben" gilt es sofort den Gedankenflug zu hemmen, denn dieselben stammen zweifellos von der Erde und zwar aus der nächsten vulkanischen Umgebung, wie oben angedeutet wurde. Die „Bombe" von Bordo-Patía könnte darnach für eine wirkliche vulkanische Bombe irdischen Ursprungs gehalten werden, deren Gruben dann den Explosionsgruben der in raschem Fluge die Luft durchschneidenden Körper entsprechen würden. Es kann hier an der Hand eines einzigen Beispieles weder für noch gegen diese von anderer Seite dargestellte Ansicht gesprochen werden. Unsere Bombe würde nur zweifellos beweisen, dass derartige Oberflächenskulpturen auch an irdischen Körpern auftreten können.

Im Gegensatz hierzu hat der Obsidianblock von Poblazon nach dem oben Gesagten überhaupt nichts mit einer geschleuderten Bombe zu thun. Für ihn und seine Oberflächenbeschaffenheit, besonders für die Wurmgänge fallen also die Unterlagen weg, auf welchen sich die Erklärung der „Explosionskanäle" aufbaut. Der Obsidianblock von Poblazon beweist, dass derartige Skulpturen auch auf eine andere Weise entstehen können, auf welche freilich, dafür bietet dieser Block, welcher unter zahlreichen zur Verfügung stehenden die „Wurmgänge" am besten zeigt, keine Anhaltspunkte. Vielleicht verdanken die Wurmgänge einem explosionsartigen Entweichen eingeschlossener zusammengedrückter Gase ihre Entstehung.

XII. Das Grundgebirge des Vulkans von Pasto.

Litteraturverzeichnis No. 4, 9, 9a, 36, 38, 90, 102—104.

Pasto und der Vulkan von Pasto liegen auf einem Gebirgsrücken, welcher im Norden und Nordosten vom Rio Juanambú, im Westen und Süden vom Rio Guáitara und dessen Nebenflüssen begrenzt wird. Beide Hauptflüsse nähern sich nach Nordwesten zu und münden nicht weit voneinander in den Rio Patía bei dessen grossem Knie. Eine Reise auf dem in der Gabel der beiden Flüsse gelegenen Gebirge nach dem Patía in nordwestlicher Richtung hat folgenden Verlauf: von Pasto (2544 m) an dem östlichen Abhang des Vulkans von Pasto vorüber nach Pandiaco, Jenoi (2482 m), Chahuaspamba (2377 m), Florida (2155 m), Ingenio (1815 m), El Tambo (2210 m), Alto de Granadillas (2392 m), Quebrada Molinoyacu (1401 m), Peñol (1684 m), Alto de Guascaurcu (1335 m), Rio Patía zwischen dem Rio Guáitara und Juanambú (485 m).

Die in diesem Gebiet gesammelten Beobachtungen und Gesteinsproben werden durch solche ergänzt, welche in den rechten (östlichen) vom Vulkan von Pasto und dem erwähnten Rücken kommenden Zuflüssen des Rio Guáitara gemacht worden sind: Rio Jambinoy, Consacá, Quebrada de Robles.

Geologie. Wie unzureichend die KARSTENsche Karte[1]) geworden ist, zeigen am deutlichsten die Verhältnisse in dem Gebiet dieses Abschnittes. Nach KARSTEN liegt dasselbe ganz im Bereich des Tertiärs und Quartärs, während es wahrscheinlich für viel ältere, nämlich paläozoische Formationen in Anspruch genommen werden muss.

Krystalline Schiefer scheinen zu fehlen. Denn ein Granitgneiss (und ein Hornblendegranit), welche als Geröll im Rio Guáitara zwischen Consacá und Ales gefunden worden sind, brauchen nicht aus unserem Gebiet zu stammen. Ihre Heimat liegt wahrscheinlich in den Gebirgen östlich von Pasto (siehe XIV. und XV. Abschnitt), aus denen der Rio Guáitara Nebenflüsse erhält. Ebensowenig kann man einen Granit, einen Amphibolit und einige Grünsteine als Gerölle im Rio Patía ohne weiteren Anhalt mit dem Gebiet zwischen Pasto und Rio Patía in Verbindung bringen. Dagegen wird das Gebiet beherrscht von Grauwacken und Thonschiefern, welche in innigster Verbindung mit Diabastuffen, Schalsteinen und Kalkthonschiefern stehen. Dazu kommen zahlreiche Diabasvorkommnisse mit Konglomeraten und Breccien, ferner Pikrit. Versteinerungen sind bisher nicht bekannt. Es besteht also vorderhand kein Hindernis, die erwähnten Gesteine für **paläozoisch** (devonisch?) zu halten, da man eine derartige Vergesellschaftung am allermeisten in diesen Schichtenreihen kennt. Auch anderwärts sind dieselben nur zu häufig versteinerungsarm oder -leer. Besonderes Interesse bieten die genannten Gesteine ausserdem durch die deutlichsten und stärksten Wirkungen des Gebirgsdruckes. Eine vollständige Übereinstimmung vieler Gesteine des Gebietes Pasto-Patía mit nördlicheren Vorkommnissen, z. B. der Diabase und Diabasaphanite mit denen vom Rio Sombrerillo, vom Cerro Munchique, von Ensolvado und Bugalagrande im Caucathal (siehe XI. u. VIII. Abschnitt) lässt eine Gleichaltrigkeit der gleichen Bildungen vermuten. Ebenso stimmen einige Quarzporphyre unseres Gebietes mit solchen des Sotarágebietes und von Coconuco überein, während hier vorliegende weisse, frische, z. T. glimmerreiche Porphyre bisher nicht anzuführen waren. Dagegen bilden mehrere Dioritporphyritvorkommnisse vom Tonalittypus wiederum eine Verbindung mit dem Norden.

Spärlich sind die Belege für die **Kreideformation** (?), ein Quarzsandstein und ein Konglomeratsandstein, ferner ein „Kieselschiefer" mit Foraminiferen aus der Quebrada Molinoyacu, während **junge Sedimente**, durch Andesittuffe vertreten, überall angetroffen werden.

1) Litt. No. 72.

Petrographische Bemerkungen.

(STÜBELsche Sammlung No. 708—765, REISSsche Sammlung 4 Stück.)

Krystalline Schiefer.

Granitgneiss (No. 710), Geröll im Rio Guáitara zwischen Consacá und Ales. Rötlichgelb, scheinbar grobkörnig, glimmerarm, mit undeutlich weitflaseriger Struktur. Die Gemengteile, Quarz, Orthoklas, Plagioklas, Mikroperthit und brauner Glimmer verbinden sich zu einer Mikrostruktur, die man am besten, wie in den Gesteinen von Santa Marta (S. 16), als „mechanische Porphyrstruktur" bezeichnet. Dieselbe in Verbindung mit ausgeheilten Sprüngen in den grösseren Mineralkörnern, dem Auflösen der letzteren in feinere Aggregate, huschender Auslöschung, Verbiegung der Feldspathlamellen, der fetzenartig ausgezogenen Form des Glimmers deutet auf dynamometamorphe Einflüsse, obwohl die Wirkung an diesem Gestein nur schwach und anderer Natur als in den Huilagesteinen (S. 121) ist.

Quarzfeldspathamphibolit (No. 745), Geröll im Rio Patía. Amphibolithabitus, dunkelgrün mit helleren Lagen, feinkörnig, wie gestreckt aussehend, reich an kleinen Pyriten. Gemengteile: Hornblende, Albit, gestreifter Plagioklas, Quarz, Epidot, Titanit, Pyrit, Apatit. In der Lagerung der Hornblende, in dem Wechsel von hornblendereichen und -armen Lagen spricht sich eine deutliche Parallelstruktur aus. Hornblende blaugrün, kompakt, häufig von den farblosen Mineralien poikilitisch durchwachsen, reich an Einlagerungen von Epidot, winzigen Körnchen und Stäbchen mit Bläschen (s. S. 129), die hier z. T. für nichts anderes als Flüssigkeitseinschlüsse gehalten werden können, obwohl ihre Kleinheit keine weitere Bestimmung zulässt. Epidot reichert sich lagenweise an.

Ältere Sedimentgesteine.

Thonschiefer (No. 739—741) steht am steilen Abhang von Guascaurcu nach dem Patíathal an. Liegt in verschiedenen Farben vor: violettrot mit grünen Flecken; dasselbe gebleicht grauviolett und grün; blassgrün, dünnschieferig, gebogen; endlich zersetzt, gelb, in papierdünne Blätter zerfallend, auch bei Peñol anstehend. Es sind normale, keinerlei Tuffmaterial enthaltende Thonschiefer. In der äusserst feinschlammigen Masse treten u. d. M. zw. + Nic. zahlreiche kleine Mineralsplitter leuchtend hervor. Grüne Chloritschüppchen und -blättchen (Neubildung), braune, gelbe, rostrote ferritische Körnchen bilden die entsprechenden Färbemittel. Calcit fehlt meist ganz.

Thonschiefer (kontaktmetamorph? No. 746), Block aus dem Rio Patía. Grauschwarz, fester und härter, splittrig brechend. Mikr. unterscheidet er sich nicht von den vorigen, und man kann keine Ursache für die grössere Festigkeit erblicken. Vielleicht ist dieselbe durch chemische Umsetzungen, durch Bildung von adiagnostischer Quarzmasse hervorgerufen. Bemerkenswert sind auf Spältchen entstandene, von Calcit begleitete, zierliche Gruppen und Rosetten von verzwillingten Feldspathleisten.

Grauwacke (No. 728), Geröllblock in der Quebrada Molinoyacu, sehr verbreitet. Feinkörnig, hellgrüngrau, mit Kalkadern. Eckige und wenig abgerundete Körner und Krystalle von

Quarz, verschiedene Feldspäthe, beide Mineralien aus älteren Gesteinen, Gesteinsbröckchen, Graphitphyllit, Sericitgesteine, wetz- und kieselschieferartige Gesteine, auch Glimmer- und Kalkfetzen sind die hauptsächlichsten Bestandteile. Korn ziemlich gleichmässig, mitunter kalkiges und viriditisches Bindemittel.

Diabastuff (No. 711), aus einer Quebrada bei El Tambo. Herrschendes Gestein zwischen Chahuaspamba und dem Alto de las Granadillas. Hellgraugrün, scheinbar feinkörnig, plattig brechend.

Dasselbe, Geröll in der Quebrada Patachorrera, zwischen Ingenio und Florida. Dunkel, fast schwarz, dicht, hornfelsartig, von Klüften durchsetzt. U. d. M. ergiebt sich sofort die sedimentäre Tuffnatur. Noch recht frische Feldspäthe, zuweilen leistenförmig, sonst in eckigen Bruchstücken und Splittern, ganz frischer, fast farbloser Augit in unregelmässigen, kompakten und stark rissigen Körnern, welche die Zeichen der Zertrümmerung an sich tragen, sich nicht selten in ein ganz feinkörniges Aggregat auflösen, endlich eine feinschlammige, mit grauwolkigen und grünen viriditischen Zersetzungsprodukten erfüllte Masse bilden das Gestein. Einzelne grüne und braune kompakte Hornblenden können als nachträglich aus Augit entstanden angesehen werden. In der Korngrösse der Mineralgemengteile bestehen keine merklichen Unterschiede. Aus dunkelwolkigen Substanzen bestehende, wie Drucklinien aussehende Striemen und Streifen, welche die Feldspath- und Augitkörner umziehen, sind nie weit zu verfolgen.

Diabastuff (Schalstein) mit Kalk (No. 730), am Rio Patía zwischen den Mündungen des Rio Guáitara und Juanambú anstehend. Grau- bis gelbgrün, dicht, schiefrig, mit Kalklagen und Epidotadern.

Dasselbe, ebenda, grün, dünnschiefrig, zersetzt. Der einzige diabasische Rest ist Augit, welcher in dickeren, grösseren Bruchstücken und langen querrissigen, wie auseinandergezerrt aussehenden Körnern auftritt. Die letzte Form scheint auf verschiedene Weise entstanden zu sein, einmal durch wirkliches Auseinanderpressen; andererseits kann beobachtet werden, dass die langen Gebilde Teile eines grösseren und breiteren Krystalles oder Kornes sind, welche durch Umwandlung in faserige Hornblende, Chlorit oder Serpentin den Zusammenhang verloren. Äusserst feinkörnige und -schuppige, zu wolkigen Massen angehäufte Neubildungen von chloritischer, viriditischer, epidotischer Natur, unbestimmbare Körnchen, Fäserchen, feine radialfaserige Gebilde erfüllen neben Calcit das Gestein. Feinkörniger reiner Kalkspath ist in Form von elliptischen Nestern unregelmässig verteilt.

In Bezug auf mineralische Zusammensetzung und Struktur scheint der zuerst beschriebene Tuff von El Tambo, in der Beschaffenheit des Augites scheinen auch die eben geschilderten Gesteine vom Rio Patía an schlesische, von Gürich behandelte Vorkommnisse zu erinnern.[1])

Schalstein (No. 736), am Rio Patía anstehend etc. (wie oben), schmutziggrün, zersetzt, dünnplattig. Unzersetzter Augit ist nur spärlich vorhanden. Die Gesteinsmasse hat mehr thonschieferähnliche Beschaffenheit und entbehrt der grünen und gelben Zersetzungsprodukte fast ganz. Dagegen tritt Kalk reichlich auf, und Streifen von kohliger Substanz vermehren die Punkte, welche diesem Gesteine den Übergang von den Diabastuffen zu den Thonschiefern bilden lassen.

Demselben schliesst sich eng an ein kalkhaltiger **Schalstein** von dems. O. (No. 729). Bunt, grün und violett gefleckt, dickschiefrig, mit phyllitisch glänzenden Druckflächen und Kalkadern. Wie

1) G. Gürich, Zur Kenntnis der niederschlesischen Thonschieferformation. Z. D. G. G. XXXIV, 1882, 711.

jener besitzt er mehr thonschieferartigen Charakter; Augit fehlt. An den Zusammenhang mit Diabastuffen erinnern nur mannigfach gebogene Fetzen von Epidot und hauchdünne, viriditische Häute. Durch Kohle dunkel gefärbte, gekrümmte Lagen umschliessen grobkörnige Nester, welche aus Calcit, zertrümmertem und getrübtem Feldspath und abgerundetem Quarz bestehen.

Kalkthonschiefer (No. 733/34), am Rio Patía zwischen den Mündungen etc. anstehend. Hellgrau, dünnschiefrig, steht wohl mit den Tuffen in Verbindung durch Zwischenstufen wie die vorigen. Eine ausserordentlich feine, aller gröberen Mineralsplitter entbehrende Thonschiefermasse, in welche nur reichlich Kalkfetzen und -schuppen eingestreut sind, bildet das Gestein. Reinweisse Kalkadern durchziehen es. In den letzteren und auf Sprüngen erscheint zuweilen noch eingedrungene viriditische Substanz.

Altere Massengesteine.

An die vorhergehenden Sedimentgesteine mögen gleich die mit ihnen geologisch innig verbundenen diabasischen Gesteine angeschlossen werden.

Diabas (No. 712), Block in einer Quebrada bei El Tambo, herrschendes Gestein zwischen Chahuaspamba und dem Alto de Granadillas. Dunkelgrün, massig, feinkörnig, frisch. Die Gemengteile sind mit blossem Auge kaum noch zu unterscheiden.

Dasselbe Gestein, etwas feiner, steht an der Brücke des Rio Chacahuaico (1681 m) bei Florida an. Dunkelgrün, scheinbar dicht, hart, felsitisch, von hellgrünen Quarzadern durchzogen.

Mikr. besteht vollständige Übereinstimmung mit dem Diabas aus der Quebrada Overo (S. 107). Bräunung des Augites etc. Das zweite Gestein ist feiner, die Gemengteile frischer.

Von diesem normalen Typus weicht nicht ab ein Diabas (No. 743) aus dem Rio Patía, Geröll. Nur ist die viriditische und chloritische Zersetzung weiter vorgeschritten.

Pikritähnliches Aussehen hat ein etwas gröberer Diabas (No. 744), Geröllblock im Rio Patía. Dunkelgrün, feinkörnig. Hellergrüne Feldspäthe, dunkle Augitkörner und 2—3 mm grosse, weiche, mit dem Messer ritzbare Krystalle. U. d. M. erkennt man einen Diabas mit den gleichen Eigenschaften wie das Gestein von El Tambo. Die weichen Krystalle sind Serpentin, der, worauf eine Querschnittsform deutete, Pseudomorphosen nur nach Augit bildet.

Diabasaphanit (713/14), aus einer Quebrada bei El Tambo. Dunkelschwärzlichgrün, hart, flachmuschelig brechend, von Klüften und breiteren bis feinsten Adern durchzogen. — Dasselbe steht am Wege von Chahuaspamba nach El Tambo an. Durch Zersetzung graugrün, mit dicker, ockeriger Verwitterungsrinde, bricht nach Klüften, auf denen sich braune Eisenverbindungen abgesetzt haben, in unregelmässige kantige Stücke. — Dasselbe (No. 761), Geröll im Rio Jambinoy. Von ähnlichem Äusseren. Die Gesteine ergeben u. d. M. frische Beschaffenheit und gleiche Verhältnisse wie in den Diabasen vom Cerro Munchique und von Mercaderes (S. 168/9), nämlich Augitreichtum und mehr oder weniger gut ausgebildete garbenförmige Struktur des Augites. Am besten ist letztere in dem Diabas aus dem Jambinoy. In dem ersten Gestein geben sich die makr. sichtbaren Äderchen als dunkle, unregelmässig bogig verlaufende Linien kund, die sich kanalnetzartig verzweigen und längs denen zuweilen eine Grünfärbung des Augites auffällt. Auch Erzanhäufung findet auf ihnen stellenweise statt.

Recht interessante mikr. Druckerscheinungen bietet eine andere Diabasprobe aus der Quebrada bei El Tambo (No. 713). Mikr. besteht das Gestein zunächst scheinbar nur aus uralitähnlicher

Hornblende und Feldspath, ist also von dem vorigen verschieden. Es kann aber keinem Zweifel unterliegen, dass man es mit einem Uralitdiabas zu thun hat. Sprechen schon die feder- und fächerförmigen Aggregate, die hier aus Hornblende bestehen, für eine Identität dieses Gesteines mit dem vorigen, so ergab die Untersuchung weiterer Schliffe von verschiedenen Stellen des Handstückes vollständige Gewissheit. Es wurde unversehrter Augit gefunden und mit der uralitischen Hornblende durch Übergänge so verbunden, dass eine primäre Verwachsung beider Mineralien ausgeschlossen ist.

In diesem Uralitdiabas tritt der dunkle Gemengteil gegenüber dem Feldspath noch mehr hervor als im vorigen Gestein. Dies hat seinen Grund darin, dass die uralitische Hornblende nicht in den Grenzen des Mutterminerales, des Augites, geblieben, dass sie gleichsam gequollen ist und mit nadelförmigen Enden und Zacken den Feldspath überwuchert hat. Während letzterer an manchen Stellen den ursprünglichen, im Durchschnitt langrechteckigen Raum einnimmt, verschwindet er anderwärts mehr oder weniger unter den übergreifenden Uralitwucherungen.

Um die Wirkungen des an den zahlreichen feinen Adern und an einem breiteren Gang kenntlichen Druckes zu studieren, wurden von verschiedenen Stellen des Handstückes Schliffe hergestellt. Sie ergaben, dass das Handstück im allgemeinen gleichartig beschaffen ist, dass in der Nähe des Ganges wie fern von demselben etwa die gleiche Umwandlung stattgefunden hat, dass hier wie dort Augitreste vorhanden sind. Nur zeigen sich in unmittelbarer Nähe des Ganges Spuren rein mechanischer Wirkung, indem hier das Gestein zu feinstem grünen und grauwolkigen Material zerdrückt ist, in dem kein Mineralkorn mehr erkannt werden kann. Den Grenzen des Ganges parallel verlaufen dunkle Quetschlinien, wie man sie aus dynamometamorphen Gesteinen zur Genüge kennt. Mehrere solcher Liniensysteme hintereinander vom Gange entfernt sind zu bemerken. Sie verzweigen und vereinigen sich, schliessen spitz elliptische Partien weniger oder nicht zerriebenen Gesteins ein. Es wiederholt sich hier in mikr. Kleinheit, was man im grossen an Gebirgsprofilen beobachten kann, dass mitten in Zonen mechanisch stark veränderten Gesteines unveränderte Partien gewissermassen als Nullpunkte des Druckes eingeschlossen sind oder dass die veränderten Partien schmale Lagen zwischen unveränderten bilden. — Der Gang selbst zeigt symmetrischen Bau, indem die Mitte von feinstem Zerreibsel eingenommen wird, in welchem noch deutlich körnige Partien von Uralit bemerkt werden können, und das reich an kleinen Pyriten ist. Nach beiden Seiten schliessen sich Bänder von zuckerkörnigem Epidot an, und im Gestein selbst folgen die erwähnten Quetschlinien, welche neben unzerriebenem Uralitdiabas auch schmale Epidotlinsen und solche von feinstem Zerreibsel einschliessen. Die mit blossem Auge haarfein erscheinenden Adern sind u. d. M. dunkelwolkige, wellige Quetschlinien, oder sie stellen durch Epidot und durch sekundäre hellgrüne Hornblende ausgeheilte Sprünge dar. — Zu den grössten Seltenheiten gehört die in einem Schliff beobachtete Erscheinung, dass ein Augit in ein Aggregat zerdrückt ist und huschend auslöscht.

Ursprünglich **dichte Diabase** stellen wahrscheinlich zwei hochgradig zertrümmerte und veränderte Gesteine dar, das eine am Rio Patía zwischen den Mündungen des Guáitara und Juanambú anstehend (Nr. 737), das andere ein abgerundetes Stück am steilen Abhang von Guascaurcu nach dem Rio Patía (Nr. 742). Beide sind dicht, hart, hornsteinähnlich, das erste grün mit breiteren und feinsten weissen Quarzadern, welche herausstehen, das zweite grüngelb mit gelben Adern. Beide Gesteine bekunden schon makr. deutlich durch die zahlreichen, nach allen Richtungen verlaufenden haarfeinen, bis 5 mm breiten Sprünge, welche mit Quarz und Epidot ausgeheilt sind, starke mechanische Veränderung. Bei dem ersten Vorkommnis geht die Zertrümmerung bis ins Feinste. Das Präparat ist u. d. M. von einem dichten Netzwerk winzigster Äderchen durchsetzt.

Von den ehemaligen Gemengteilen und der Struktur sind nur noch geringe Reste erhalten, besonders kleine Feldspathleisten, welche an wenigen dünnen Stellen des Schliffes ihre Substanz, Form und gegenseitige Lage unverändert zeigen. Sonst wird das ganze Gestein von gelben Epidotkörnchen und chloritischer Substanz überwuchert. Der Augit ist vollständig verschwunden. Die Gänge und Äderchen erfüllen Quarz. Breccienerscheinungen in demselben deuten auf eine mehrmalige Zertrümmerung und Ausheilung. Diese Verkieselung verleiht dem Gestein die bedeutende Härte, Festigkeit und hornsteinähnliche Beschaffenheit. Das zweite Gestein von Guascaurcu kann ursprünglich auch ein gröberer körniger Tuff gewesen sein. Die Veränderungen sind ähnlich, nur treten grüne Zersetzungsprodukte zurück, Epidot dagegen in den Vordergrund.

Diabasporphyrit (No. 731), am Rio Patía zwischen den Mündungen des Rio Guáitara und Juanambú anstehend. Grünlich-gelblichgrau, violett gefleckt, mit kleinen epidotisierten Feldspäthen und einzelnen grösseren Augitkrystallen. U. d. M. erweist sich das Gestein als stark verändert und ähnelt mehr dem oben beschriebenen Tuff mit zertrümmerten Augiten. Die Grundmasse erfüllen dicht grüne und gelbe Körnchen (Epidot), die Augitkörner sind vielfach zertrümmert, netzartig serpentinisiert wie in dem Tuff, während nur der ganz wolkigtrübe porphyrische Feldspath mit seinen rechteckigen Formen an einen Porphyrit erinnert. Wolkig umkränzte Epidotpseudomorphosen zeigen häufig wellige Formen und Spaltrisse.

Augitporphyrit (No. 735), am Rio Patía anstehend. Violettbraun, mit zahlreichen, bis 8 mm grossen frischen Augiten und einzelnen weissen Mandeln. Das mikr. Bild zeigt die Spuren weitgehender mechanischer und chemischer Veränderungen. Die Grundmasse ist zum grössten Teil durch Wolken, Strähne, gebogene Massen von Ferrit verhüllt, nur selten bemerkt man den ursprünglichen Feldspathleistenfilz. Der porphyrische ölgrüne Augit wird bei auffallend frischer Beschaffenheit reichlich von Rissen durchsetzt; mit Serpentin, Calcit, Epidot und Eisenverbindungen erfüllte breitere Adern zerlegen ihn in auseinander gedrückte Teile. Ziemlich reichlich enthält er Glaseinschlüsse.

Augitporphyritmandelstein (Nr. 757), spilitartig, am Abweg zum Rio Jambinoy wenig oberhalb des Flusses anstehend. Dunkelgrüngrau, dicht, mit zahlreichen, bis 4 mm grossen grünen Mandeln. In Bezug auf mikr. Beschaffenheit schliesst sich das Gestein den früher erwähnten Spiliten an, ist frischer als dieselben. Die Grundmasse enthält reichlich kleine Erzkörner. Mikroporphyrisch sind Augitaugen ausgeschieden, körnige Aggregate von frischem Augit.

Porphyrit? (Nr. 755), vorherrschendes Gestein auf der linken Seite der Quebrada de Robles. Dunkelrotbraun, ferritisch zersetzt. Wolkenartig verhüllt braunes Eisenpigment vollständig das Präparat. Hellere Stellen zeigen einen dichten Feldspathleistenfilz mit porphyrischen Plagioklasen und Calcitfetzen.

? **Porphyritbreccie** (No. 725), Blöcke im Rio Molinoyacu zwischen El Tambo und Peñol. Dunkler graugrüne Gesteinsbrocken durch weissen Calcit verkittet. Die ein und demselben Gesteine angehörenden Brocken erweisen sich u. d. M. stark verändert, so dass ihre ehemalige Natur nicht festgestellt werden kann. Ein dichter Filz von zierlichen Strahlsteinnadeln bildet die Grundmasse. Darin ausgeschiedene, oft noch scharf begrenzte, dick säulenförmige Krystalle sind vollständig umgewandelt und ebenso wie zahlreiche runde Mandeln ausgefüllt, entweder ganz mit einem feinen Quarz-Albitaggregat oder mit Serpentin, Chlorit, Calcit und Strahlstein, oder mit einem Gemenge von allen

nebst zierlichen braunen Pikotitoktaedern. Merkwürdig erscheint die Anwesenheit von typischem einheitlichem Porphyrquarz.

Gemengtes festes **Konglomerat** (No. 747), Geröll im Rio Patía. Rötlichbraun, reich an Quarz.

Porphyritkonglomerat (No. 748), ebendaher. Missfarbig zersetzt. Bis 50 mm grosse, meist abgerundete, gelbe, grüne, braune Brocken setzen das Gestein zusammen. Während im ersten Konglomerat Quarz und Porphyr gegenüber den ferritisch zersetzten Porphyriten überwiegen, herrschen im zweiten letztere, sie sind aber so verändert, dass sie nicht genauer bestimmt werden können.

Durch seine Farbengegensätze fällt ein **Grünsteinkonglomerat** auf, das als Geröll im Rio Patía unterhalb der Einmündung des Rio Guáitara gefunden und von Herrn Figueroa in Túquerres erhalten wurde. Grüne gerundete Gerölle, deren Natur auch u. d. M. nicht weiter zu bestimmen ist, werden durch rötlichgelben, ferritisch gefärbtem späthigen Calcit verkittet.

Pikrit (Nr. 756), am Aufweg von Robles nach dem Rio Jambinoy. Frisch, dunkelgrün, unbestimmt hellgrün gefleckt. — Dasselbe stark zersetzt (Nr. 715), am Aufweg nach dem Alto de las Granadillas. Missfarbig, hellgelblichgrau. Das frische Gestein gleicht mikr. den früher erwähnten Pikriten von Bugalagrande und Popayan (S. 109, 133), das zweite ist vollständig serpentinisiert und rostig gefärbt. Aber die verschiedene Serpentinisierungsstruktur der Pikritgemengteile, Olivin und Augit hat sich deutlich erhalten.

Hornblendebiotitgranit (Nr. 749), Geröll aus dem Rio Patía. Frisch, dunkler graue Gesamtfarbe, klein- und gleichmässigkörnig. Mikr. Gemengteile: Orthoklas, Plagioklas, Quarz, grüne Hornblende, brauner Biotit. Der Orthoklas zeigt häufig zonalen Bau und einfache Verzwillingung nach dem karlsbader Gesetz, Plagioklas nach dem Albit- und Periklingesetz mit auskeilenden Lamellen. Hornblende und Glimmer sehen zuweilen wie zerrissen aus. Gröber ist der **Hornblendegranit** (Nr. 709) aus dem Rio Guáitara zwischen Consacá und Ales. Die grossen Hornblenden treten in dem schönen frischen Gestein deutlich hervor. Glimmer fehlt auch mikr.

Quarzporphyre. Die Quarzporphyre des Gebietes sind äusserlich recht verschieden. Einige wenige erinnern noch an die grünen Porphyre des Sotarágebietes und von Coconuco, einer an die dunklen Porphyre des Magdalenathales (S. 80), während die Mehrzahl der vorliegenden Proben eine auffallend helle, hellgraue bis weisse Farbe aufweist, so dass man zunächst an Rhyolithe zu denken versucht ist, mit denen sie aber sonst nichts zu thun haben. Merkwürdigerweise finden sich Vertreter aller Arten im Rio Jambinoy vereinigt.

Schwarzer Porphyr (Nr. 759), Geröll im Rio Jambinoy. Dunkelschwarzgrau mit zahlreichen, meist 2—3 mm, auch 6 und 7 mm grossen, rötlichbraunen, trüben Feldspäthen und starkglänzendem Quarz. Schwarze und dunkelgrüne, bis 30 mm lange, fremde Einschlüsse häufig. U. d. M. ist die Grundmasse die feinste der Porphyre des Gebietes, adiagnostisch. Reichlich eingestreute Erzkörnchen erklären die dunkle Farbe, grosse Tümpel feinster Calcitschüppchen die Kohlensäure-Entwicklung beim Betupfen des Gesteins mit Säure. Die porphyrischen Quarze zeigen die bekannten Eigenschaften schön und typisch. Die braune Farbe der recht frischen, zuweilen zonal gebauten Feldspäthe rührt von Eisenverbindungen auf den Sprüngen her. Ausser braunem Glimmer, der meist der Umwandlung in Chlorit und Epidot mit Rutilnadelnetz unterlegen ist, scheint noch ein anderes dunkles, aber ganz zersetztes Silikat (Augit?) vorhanden gewesen zu sein.

Weisse Porphyre. Blöcke im Rio Jambinoy (Nr. 760). Gelblichweiss, krystallarm; die 2 mm kaum erreichenden weissen Feldspäthe treten wenig hervor, einzelne stark glänzende Quarze $3^1/_2$ mm. — Am Rio Jambinoy anstehend (Nr. 758) mit dem vorigen wahrscheinlich identisch. Weniger frisch, etwas dunkler, schmutziggelblich, die kaolinisierten kleinen Feldspäthe brechen beim Schleifen aus. Glimmer mikr. in einzelnen Blättchen. — Geröll im Rio Molinoyacu zwischen El Tambo und Peñol (Nr. 720). Frischer, fast weiss, krystallreicher, Quarz in zahlreichen kleinen (1 mm) meist scharfen Krystallen ausgeschieden.

Block im Rio Molinoyacu (Nr. 721), **glimmerreich.** Die hellbläulichgraue Gesteinsmasse ist mit sechsseitigen schwarzen glänzenden Glimmertafeln (bis $3^1/_2$ mm) wie übersät. Auf der Bruchfläche dieses schönen Gesteins erscheinen die Biotitblättchen wie angeklebt. Rostgelbe Feldspäthe und farblose Quarze treten dem gegenüber zurück. — Ein dritter Porphyr aus dem Molinoyacu, ein Granophyr (Nr. 719) zeigt in einer hellgrauen Grundmasse schmutzigdunkelgrüne Körner und Blättchen neben kaum hervortretenden Feldspäthen eingesprengt.

U. d. M. ist die Grundmasse aller Porphyre mit Ausnahme des letzten mikrogranitisch und besteht aus trübem Feldspath — vorwiegend Orthoklas, in dem glimmerreichen auch Plagioklas —, Quarz und meist auch Fetzen und Leistchen von farblosem oder grünlichem Muskovit, der aber vielfach gebleichter Biotit sein dürfte. Im einzelnen findet man eine mehr allotriomorph- oder hypidiomorphkörnige Ausbildung der Grundmasse, während diejenige des glimmerreichen Porphyrs aus dem Rio Molinoyacu sich durch eine mehr panidiomorphkörnige Beschaffenheit auszeichnet. In ihr vereinigen sich kräftige, enger oder weiter gestellte, radialstrahlig oder fluidal angeordnete Orthoklas- und Plagioklasleisten mit eckigen oder abgerundet eckigen Quarzen bei voller Klarheit zu einem ausserordentlich zierlichen Strukturbild, welches an das zuletzt erwähnte der Dioritporphyrite (S. 165) erinnert. In dem dritten Porphyr aus dem Molinoyacu bildet die zuletzt fest gewordene Masse zwischen den mikroporphyrischen Ausscheidungen eine granophyrische und poikilitische Verwachsung von Quarz und Feldspath. Die Einsprenglinge geben zu keinen weiteren Bemerkungen Anlass. In dem zweiten Porphyr vom Molinoyacu ist der Glimmer frisch, braun, im dritten grün und teilweise zersetzt.

Ein weiterer Porphyr aus dem Rio Molinoyacu zwischen El Tambo und Peñol (No. 724) ist hellgraugrün. Das Handstück wird von schön gelben, $2^1/_2$ mm dicken Epidotadern durchzogen, spaltet nach denselben und zeigt dann zusammenhängende Überzüge von feinkörnigem Epidot. Dieser Porphyr bildet gewissermassen eine Verbindung zwischen den hellen Porphyren unseres Gebietes und den grünen, an chloritischen Zersetzungsprodukten und Epidot reichen von Coconuco und vom Sotará. Wie dort sind hier die Grundmasse und der porphyrische Feldspath von den genannten Dingen erfüllt, welche dem in gleicher Weise umgewandelten dunklen porphyrischen Gemengteil ihren Ursprung verdanken. Die Quarzeinsprenglinge zeichnen sich durch die scharfe Krystallform und den Reichtum an Flüssigkeitseinschlüssen aus.

Grüner Quarzporphyr (No. 762), stark verändert, Blöcke im Rio Jambinoy. Dunkelgelbgrün, hart, mit zahlreichen, bis 6 mm grossen, durch Eisenrost rotbraun gefärbten Quarzen.

Dasselbe (No. 763), durch Druck stark verändert, ebendaher. Von unbestimmtem Äussern, hellgrünlichgraue Gesamtfarbe, unbestimmt weiss, gelblich, grünlich, dunkelgrün gefleckt, von rostgelben Klüften durchsetzt, mit grünen schwachglänzenden Harnischen versehen und reich an kleinen Pyriten. Bei genauerer Betrachtung treten bis 5 mm grosse, milchweisse, trübe Quarze hervor. So deutlich die mechanischen Druckwirkungen makr. wahrzunehmen sind, so gering erwiesen sie sich in mehreren

Schliffen. Wahrscheinlich ist dies nur Zufall, denn der Wechsel von dynamometamorph mehr und weniger veränderten Partien ist ja derartigen Gesteinen eigentümlich. Dagegen sind die starken chemischen Veränderungen auf dieselbe Ursache, auf Druck zurückzuführen, ebenso wie in dem vorigen Gestein. Die Grundmasse des letzteren erfüllen massenhaft hellgelbe kräftigere Epidotkörner und grüne Schüppchen. In dem zweiten Gestein sind es winzige Körnchen und Schüppchen von zweifelhafter Natur, welche in einem dickeren Schliff eine Bräunung und Trübung hervorrufen. In beiden Porphyren unterlagen die dunklen Einsprenglinge (Hornblende?) vollständig der Zersetzung in Chlorit, Epidot und Calcit. Von den porphyrischen Feldspäthen sieht man in einem dünnen Schliff nichts, in einem dickeren treten sie als hellere, noch leidlich gut begrenzte Flecke heraus, und zwischen + Nic. leuchten sie deutlich hervor, weil sie in Muskocit umgewandelt sind. Die Quarzeinsprenglinge namentlich des zweiten Porphyrs, sind bemerkenswert wegen ihres ungeheuren Reichtums an Flüssigkeitseinschlüssen, welche sämtlich leicht bewegliche Libellen führen. In einem dünneren Präparat erscheinen sie in Zügen angeordnet, in einem dickeren bilden sie Wolken oder machen den ganzen Quarz braun undurchsichtig (Taf. VI, Fig. 4). Die oben erwähnte milchige Beschaffenheit rührt davon her. Die Pyrite werden häufig von Aureolen, Kränzen von senkrecht gegen den Pyrit gestellten Quarzstengeln, umgeben.

Dioritporphyrite vom Tonalittypus. Sämtliche hier aufzuführende Gesteine gehören zu der zweiten auf S. 159 abgetrennten Gruppe, zu den **Nadelporphyriten**, d. h. sie sind grobporphyrisch durch grosse Feldspäthe und schlanke Hornblendekrystalle.

Quarzdioritporphyrit (No. 716), lose Blöcke auf dem Grünsteingebiet zwischen Chahuaspamba und El Tambo. Hellgrüngraue, teilweise rostig gefärbte Grundmasse, trüber weisser Feldspath 5 mm, kein Quarz sichtbar. — Eine zweite Probe (No. 717) von demselben Ort erscheint weniger frisch, schmutzigweiss und hellgrau gebleicht, mikr. ist aber die Hornblende frischer.

Quarzdioritporphyrit (No. 751), Geröllblock im Rio Patía. Schönes Gestein! Hellbläulichgrau, fast weiss, frische weisse Feldspäthe 6—7 mm, sehr dünne Hornblendenadeln 3 mm, einzelne grosse Quarze. — Eine zweite Probe (No. 752) von demselben Orte ist zersetzt, schmutziggrau, Feldspäthe bis 10 mm.

Quarzdioritporphyrit (No. 764), Geröll im Rio Jambinoy. Gleich dem Gestein von Chahuaspamba, noch mehr gebräunt, Feldspäthe gelbrot. — Eine zweite Probe (No. 765) von demselben Orte hält man makr. für einen Dacit. Die dunkelgrau gestreifte zurücktretende Grundmasse ist scheinbar glasig. U. d. M. erweist sich das Gestein als ein typischer Vertreter der Gruppe.

Die Gesteine gleichen so vollständig den Vorkommnissen im Gebiet des vorigen Abschnittes, dass nur wenig zur Kennzeichnung gesagt zu werden braucht. Auffällig ist die Seltenheit des porphyrischen Quarzes und des Glimmers. Ersteres Mineral nimmt aber meist an der Grundmasse wesentlichen Anteil, und Glimmer taucht im Mikr. zuweilen reichlicher auf. Der gleichen grünen bis giftgrünen Farbe, denselben zierlichen Glaseinschlüssen begegnet man bei der Hornblende, demselben Adernetz am porphyrischen Feldspath. Die Grundmasse ist mikrogranitisch ziemlich fein- und allotriomorphkörnig, beim Gröberwerden des Kornes entwickelt sich panidiomorphkörnige Struktur namentlich in dem zweiten Porphyrit von Chahuaspamba, während die zweite Probe aus dem Rio Patía ausgezeichnet poikilitische, man kann auch sagen ophitähnliche Durchwachsung des Quarzes mit Feldspathleisten zeigt.

Andesittuff. Etwa 150 m unterhalb Peñol in der Richtung nach Guascaurcu trifft man quartäres Gebiet, welches auch das Plateau von Cimarronas bildet. Es sind fast ausschliesslich

Gerölle von vulkanischen Gesteinen, näher bei Peñol kommen wie im Rio Molinoyacu Kieselschiefer- und Quarzgerölle vor. Auf der Oberfläche treten Tuffe auf, die stellenweise mit Kalk imprägniert sind. Denselben begegnet man auf dem ganzen Weg Peñol-Guascaurcu. Es liegen vor ein schmutzig bräunlichgrauer Tuff (No. 722) mit Andesitbrocken und ein zersetzter gelblicher Tuff mit ferritisch zersetzten violetten Pyroxenandesitbrocken (No. 723). — Ein feiner gelber **vulkanischer Sand**, reichlich aus frischer grüner Hornblende mit Glaseinschlüssen, glasigem Feldspath, braunem Biotit, weniger Andesitbröckchen bestehend, bedeckt in Schichten das „Grünsteingebirge" zwischen Chahuaspamba und El Tambo. In ihm kommen auch Andesitblöcke vor.

Warme Quellen zu Pandiaco bei Pasto setzen bräunlichgrauen porösen **Kalksinter** und braunen bis schwarzen glänzenden obsidian- oder pechsteinartigen **Kieselsinter** ab. Dieser ist von Küch [1]) untersucht und beschrieben worden. Er enthält nach Küch 93,40% SiO^2 und 4,23% Glühverlust, welcher ebenso wie die dunkele Farbe dem Gehalt an organischer Substanz zugeschrieben wird. Die mikr. Untersuchung ergiebt verkohlte pflanzliche Fasern und Zellgewebe als Ursache.

XIII. Die Caldera des Vulkans von Pasto (El Galera).

Litteraturverzeichnis No. 4, 9, 9a, 36, 37, 38, 90, 102, 104.

(Reissche Sammlung 39 Stück.)

Das Innere des Vulkankegels von Pasto ist durch ein weites Kesselthal = Caldera und eine dasselbe entwässernde Schlucht = Barranco aufgeschlossen; die Caldera bildet den oberen erweiterten, der Barranco den unteren schluchtartigen Teil des in den Rio Guáitara mündenden Rio Consacá, in dessen tiefsten Teilen Aufschlüsse im Liegenden der Laven zu erwarten waren. 40 aus diesem Consacáthal stammende Gesteinsproben stellen gewissermassen ein Profil durch den Barranco und die Caldera dar, und dieses Profil ist deshalb von ganz besonderer Wichtigkeit, weil es von neuem die weite Verbreitung von propylitischen Gesteinen in dem colombianischen Andesitgebiet zeigt, vor allem aber, weil es unter den in diesem Band aufgeführten Propylitörtlichkeiten den besten Einblick in die geologische Verbindung des Propylites mit dem Andesit zu gewähren scheint.

Bei der Bestimmung der älteren Rio-Consacágesteine bereiteten zwei Umstände besondere Schwierigkeiten, die hochgradige Zersetzung eines grossen Teiles derselben

1) Z. D. G. G. 1885 XXXVII S. 813.

und das Nebeneinander von petrographisch und dem Alter nach nahe verwandten Gesteinen wie Andesit, propylitisch zersetzter Andesit, Propylit und jüngerer Porphyrit vom Tonalittypus.

Die folgende Aufzählung enthält die älteren Rio-Consacágesteine vom westsüdwestlichen Rand des Vulkans von Pasto nach dessen Innerem, von dem Barranco nach der Caldera.

Barranco oder Rio Consacá.

Gerölle im unteren Teile des Flussbettes nahe dem Orte Consacá: Von 27 als ältere Gesteine bezeichneten Proben sind 3 unzweifelhafte Andesite; 8 propylitisch zersetzte Andesite?; 15 Propylite oder jüngere Porphyrite von verschiedenem Erhaltungszustand und Charakter, teils propylitisch, teils porphyritisch (Tonalittypus), teils nicht weiter deutbar verändert, Abgrenzung schwer; 1 unbestimmbares Gestein.

Anstehende Felsen im ersten Engpass 1943 m, „alte Formation": Pyroxenpropylit?, stark zersetzt, dunkelgrün, wahrscheinlich dasselbe wie an den Fällen bei Ramal (s. u.).

Den langen Engpass und Wasserfall bildend: Propylit oder Porphyrit, stark zersetzt, farbenprächtig, hellgraugrün mit zartviolettroten Feldspäthen.

An den Fällen bei Ramal: Pyroxenpropylit oder jüngerer Porphyrit, grünlichgrau.

Caldera de Consacá oder del Pasto.

An der alten Loma zwischen verschiedenen Lavaströmen anstehend 2400 m: „Pyroxenandesit älteren Datums nach Küch S. 142 (Pyroxenpropylit? d. Verf.).

Am oberen Ende des Hauptflusses anstehend: Propylit oder Porphyrit, stark zersetzt, epidotreich.

An der Nordseite des Thales anstehend: Propylit oder Porphyrit, stark zersetzt und Pyroxenandesit (Küch S. 142).

„Alte Lava" (No. 660), welche die Cuchilla gegen Consacá bildet, bis zu deren Fuss sich der Lavastrom vom Jahre 1866 ergossen hat: Pyroxenpropylit mit grossen ellipsoidischen einschlussartigen Epidotnestern.

Block auf dem untersten Teil der neuen Lava: Pyroxenpropylit, auf Kluftflächen Pyritkrusten.

Geröll in der oberen Quebrada des Hauptflusses: Breccienartiges, stark zersetztes Gestein? und Propylit oder Porphyrit, stark zersetzt, epidotreich.

Petrographische Bemerkungen.

Die Übersicht der älteren Rio-Consacágesteine ergiebt, dass alle Proben mit Ausnahme eines einzigen, dessen ehemalige Natur nicht einmal annähernd bestimmt werden konnte, porphyrisch struierte Eruptivgesteine sind. Als allgemein bemerkenswerte Eigenschaften müssen hervorgehoben werden: die bereits erwähnte weitgehende und zwar grünsteinartige Zersetzung selbst an den Andesiten, die hellen Farben weiss, hellgrau, meist grünlich in verschiedenen Tönen, der Reichtum an Pyrit, welcher in kleinen Körnern und Aggregaten eingesprengt ist und dünne Krusten auf Spältchen bildet. Bei der kurzen Einzelbesprechung empfiehlt es sich, erst die sichereren Andesite vorauszunehmen, die Propylite folgen zu lassen, dann erst die unsicheren propylitisch zersetzten Andesite zu betrachten.

Andesite.

Die als Andesite bezeichneten Gesteine können für nichts anderes gehalten werden, sie tragen die Eigenschaften junger vulkanischer Andesite deutlich an sich. Zwei Andesite des Profiles finden sich bei KÜCH auf S. 142 beschrieben. Es sind nach ihm „Pyroxenandesite älteren Datums mit allotriomorph körniger Feldspathgrundmasse". Letztere ist schon durch wolkige Substanzen getrübt, die Feldspäthe zeigen beginnende Opalisierung, der Augit Umwandlung in ferritisch zersetzten Bastit und Umsäumung mit Eisenhydrat. — Bei einem derselben, von der alten Loma, scheint ein Zweifel an dem andesitischen Alter und Charakter erlaubt zu sein, wie überhaupt die „Andesite und Dacite mit vollkrystalliner, allotriomorphkörniger Grundmasse" und anderen porphyritischen Eigenschaften in ihren Reihen ältere Gesteine von mindestens propylitischem Alter haben dürften.[1]) Einige weitere Andesite aus dem Rio Consacá sind z. T. der Veränderung noch mehr unterlegen. Die Basis ist teilweise in eine grüne Substanz zersetzt, welche auch in den Feldspath Eingang gefunden hat, ferritisch gebräunter Calcit tritt als Zersetzungsprodukt auf, Feldspath teilweise opalisiert, Augit in zwei Gesteinen ganz in Bastit und Serpentin zersetzt, so dass diese Andesite eine grünliche Farbe erhalten haben. Eines der letzteren Gesteine durchziehen Adern von Quarz,

---

1) Nach einem mir während des Druckes vor Augen gekommenen Präparat eines Gesteines von St. Raphaël im Esterel gleicht ein grosser Teil der früher beschriebenen Dioritporphyrite vom Tonalittypus und manche sogenannte Andesite und Dacite mit porphyritischem Habitus diesem französischem Vorkommen vollständig. Dasselbe ist kurz folgendermassen gekennzeichnet: leicht getrübte Grundmasse ähnlich der in Fig. 3, Taf. IV dargestellten, porphyrische Plagioklase mit Zonen- und Netzstruktur und Glaseinschlüssen, die teilweise zersetzt sind, wenig porphyrischer Quarz, grüne Hornblende mit wenig Glaseinschlüssen, viel Chlorit, Epidot, Calcit. Der Verfasser würde bei derartigen Gesteinen eher einen Irrtum in der Altersbestimmung annehmen als sie für Andesite und Dacite halten. — Höchst interessant und lehrreich ist demgemäss die wechselnde Rolle, welche dieses Esterelgestein, der sogenannte porphyre bleu, zu dem das angeführte Gestein gehört, in der Litteratur gespielt hat. Nach POTIER (Bull. soc. géol. France III, 5, 1877, 755) durchbricht der porphyre bleu das Perm. LAPPARENT führt ihn in seiner Géologie (1883, 588. 1155; 1892, 638, 1451) als Dacit auf, ROTH (Geologie II, 1883, 300) ebenfalls beim Dacit aber eingeklammert und mit der Bemerkung: Je nach seinem Alter ist das Gestein dem Dacit oder dem Quarzporphyrit zuzurechnen. ROSENBUSCH beschreibt ihn (Massige Gesteine 1877, 299; 1887, 639) als holokrystallinen Andesit mit dioritporphyritischem Habitus und ebenda 1896, S. 451 bei den dioritporphyritischeu Ganggesteinen. MICHEL-LÉVY (Bull. soc. géol. France III, 24, 1896, 123—139) nennt ihn einen „microgranulite basique. La plupart des masses de porphyre bleu sont interstratifiés en épais filons-lit entre les strates d'arkoses et de schistes gréseux du Permien .... Il existe aussi quelques filons et dykes transversaux .... Il est charactéristique que M. ROSENBUSCH ait rangé ... les porphyres bleus de l'Esterel dans les andésites d'épanchement, de passage aux dacites.

Chalcedon und Pyrit. Also alle diese unzweifelhaften Andesite tragen die gleichen Spuren der Zersetzung an sich wie die übrigen Gesteine.

Propylite (oder jüngere Porphyrite).

Die als Propylite aufgefassten Gesteine können kurz dahin gekennzeichnet werden: sie entsprechen im wesentlichen der von ZIRKEL gegebenen Beschreibung, und sie stimmen mit den mir zur Verfügung stehenden ungarischen Propyliten gut überein. Es sind alt aussehende, meist heller graugrün, seltener dunkler gefärbte, vorwiegend klein- und feinporphyrische Gesteine, in denen die Einsprenglinge nur in wenigen Fällen deutlicher hervortreten, dagegen machen sich häufig kleine Epidotnester schon makroskopisch bemerkbar. Als dunkler Gemengteil scheint in den meisten Vertretern dieser Gruppe Hornblende vorhanden gewesen zu sein; drei Gesteine enthalten noch frischen Augit, eines Hornblende und Augit, nur eines die Hornblende frisch, während in einigen wenigen Gesteinen ganz verschwindende Überreste frischer Hornblende gefunden werden können und in den übrigen Gesteinen der dunkle Gemengteil meist undeutbar in faserige serpentinartige Substanz oder in Chlorit, Epidot und Calcit zersetzt oder aber ganz verschwunden ist. Die frische Hornblende zeigt braungrüne Farbe und nach einigem Suchen jene winzigen, bei den Dioritporphyriten erwähnten Glaseinschlüsse. Der Augit hat die Beschaffenheit desjenigen in älteren Gesteinen, nur ein etwas unsicheres, mehr andesitähnliches Gestein, Block auf dem untersten Teil der neuen Lava (mit Pyritkrusten) enthält Hypersthen und Pyroxen mit jüngerem Aussehen. Die Glaseinschlüsse im Augit sind immer grösser und weniger zahlreich als in der Hornblende. Die Umwandlung des Augites ist wesentlich die gleiche wie beim Amphibol. In dem Propylit der Cuchilla (No. 660) bemerkt man neben dieser auch typische Uralitisierung. Am Feldspath (Plagioklas) ist der bei den Dioritporphyriten erwähnte Wechsel von frischen blitzenden und trüben Krystallen auch in ein und demselben Gestein auffällig. Während manche Feldspäthe mit Neubildungen wie Epidot, Chlorit, Hornblende, Strahlstein und Calcit ganz vollgepackt sind, durchzieht anderwärts seine frische glasige Substanz nur ein schmales Adernetz von Zersetzungsprodukten, oder der Feldspath liegt ganz unzersetzt vor, dann bemerkt man primäre Einlagerungen, Erzkörnchen u. s. w., vor allem aber reichlich frische oder in Zersetzung begriffene Glaseinschlüsse, welche auch in den bereits getrübten Feldspäthen noch deutlich festgestellt werden können. Quarz ist in keinem der Gesteine makr. bemerkbar, und mikr. spielt er eine untergeordnete Rolle, jedenfalls geht ihm eine klassifikatorische Bedeutung ab. Porphyrisch erscheint er nur in kleinen Körnern, die dann meist Flüssigkeitseinschlüsse enthalten, an der Grundmasse vieler Propylite beteiligt er sich reichlicher. Die Grundmasse der meisten Propylite wiederholt die bei den Dioritporphyriten (Tonalitporphyriten) geschilderten Verhältnisse. Sie ist überall scheinbar vollkrystallin, mikrogranitisch, mikr. sehr feinkörnig und gröber, rundlich oder unregelmässig eckig und buchtig körnig. Auch zwei Vertreter der pegmatitischen und poikilitischen Verbindungsweise sind vorhanden aus dem Rio Consacá.

Die Pyroxenpropylite, auch der einzige Propylit mit durchgehends frischer Hornblende, zeigen mehr eine gröbere Feldspathleistengrundmasse, aber immer mit Anklängen an die vorigen Ausbildungen. Häufig verhindern trübende Substanzen und grüne Zersetzungsprodukte einen genügenden Einblick.

Wenn wir unsere Propylite mit der zusammenfassenden Kennzeichnung ZIRKELS[1]) vergleichen,

---

1) Petrographie II, 1894, S. 585/86.

so ergiebt sich in den meisten Punkten Übereinstimmung, dagegen Abweichung nur insofern, als bei den Rio-Consacápropyliten Glaseinschlüsse in den Feldspäthen reichlich vorhanden sind. Ausdrücklich mag das primär dioritporphyritische Aussehen des mikr. Bildes bei den meisten Propyliten (von einigen wenigen, unsicheren Gesteinen abgesehen) hervorgehoben werden.

Es fragt sich nunmehr, sind auch geologische Anhaltspunkte für die Propylitnatur unserer Gesteine vorhanden. Das Anstehen derselben in dem Barranco unmittelbar unter den Andesiten, das reichliche Vorkommen von Blöcken mit solchen von Andesiten im Verein mit gewissen petrographischen Eigenschaften, namentlich dem Reichtum der Feldspäthe an Glaseinschlüssen, dürften deutlich auf das unmittelbar vorandesitische Alter hinweisen. — Ein Bedenken kann indessen nicht verschwiegen werden. Die oben angedeuteten Berührungspunkte der Propylite mit den „Tonalitporphyriten" lassen vermuten, dass wir es hier nicht mit tertiären Propyliten, sondern vielleicht mit kretaceischen Porphyriten zu thun haben. Petrographisch können, von dem schlechteren Erhaltungszustand der Propylite abgesehen, nur die reichlicheren und frischeren Glaseinschlüsse in den Feldspäthen der letzteren als Unterscheidungsmerkmale angeführt werden. Es wäre der Beweis für tertiäres Alter der Propylite zu erbringen, für welchen ausser dem bereits Erwähnten nichts weiter zur Verfügung steht.

Propylitisch zersetzte Andesite.

Durch acht Proben aus der Quebrada Consacá ist eine Gesteinsgruppe vertreten, welche Zersetzungsprodukte von Andesiten zu sein scheinen und sich von Propyliten wesentlich unterscheiden. Es sind ebenfalls steinige helle Gesteine von grauer, grünlich- und gelblichgrauer Farbe, an denen schon makr. bis 3 auch 6 mm grosse Magnetitpseudomorphosen als schwarze und braune Körner und Krystalle deutlicher hervortreten als der Feldspath. Das mikr. Bild macht eher den Eindruck weitgehend zersetzter Andesite als den älterer Gesteine. Das dunkle Silikat ist in der gleichen Weise wie in den Propyliten in Chlorit, Epidot, Calcit umgewandelt, seine Formen sind selten erhalten, in der Mehrzahl der Proben kann von ihm überhaupt nichts mehr wahrgenommen werden, indem auch seine Zersetzungsprodukte ganz verschwunden sind. Dagegen liegen die dichtkörnigen Magnetitpseudomorphosen wohlerhalten vor, deren Magnetitkörner teilweise zu Hämatit, deren Augitbestandteile grün zersetzt oder verschwunden sind. Die Grundmasse unterscheidet sich durch ihre Unregelmässigkeit und Gesetzlosigkeit, kann man sagen, ganz wesentlich von derjenigen der Propylite, so dass hier der Identität der Propylite Zirkels und Rosenbuschs keineswegs das Wort geredet werden kann. Diese Grundmasse bietet einen unregelmässigen Wechsel von isotropen, mit wenigen Mineralkörnchen gespickten Stellen und solchen, in denen die ursprünglich vorhandene Basis durch Quarzfeldspathaggregat ersetzt ist. Grüne Schuppen sind darin noch vorhanden oder ebenfalls verschwunden. Auch der porphyrische Feldspath ist teilweise durch ein trübkörniges Quarzfeldspathaggregat ersetzt.

Es bleibt noch übrig, zwei schwer bestimmbare, von den bisherigen abweichende Gesteine zu erwähnen, beide aus dem Rio Consacá. Das eine hat makr. Ähnlichkeit mit dem weissen Porphyr aus dem Rio Molinoyacu (No. 719, S. 185), aber nicht mikr. Die Grundmasse ist mikr. ausserordentlich fein- und gleichmässigkörnig, bräunlich getrübt. Porphyrische Feldspäthe stofflich und strukturell von der Grundmasse nicht verschieden, sind nur der Form nach erhalten, ein dunkles Silikat durch Pyritgerippe angedeutet.

Ein zweites weisses Gestein lässt auch mikr. keine Einsprenglinge mehr erkennen. Es besteht aus einem etwas gröber körnigen Aggregat von Quarz, Feldspath (?), Muskovitblättchen und Anhäufungen winziger isotroper farbloser Körnchen (Vergl. die Gesteine vom Alto del Tambo del Obispo S. 174); reichlich ist Pyrit vorhanden.

Zur Propylitfrage. Es liegt nicht im Rahmen dieses Buches, das Für und Wider in der Propylitfrage ausführlich zu erörtern. In Bezug darauf muss auf die Zusammenstellungen von RICHTHOFEN[1]), ROSENBUSCH[2]) und ZIRKEL[3]) verwiesen werden. Ausserdem verbietet die Unsicherheit der Verhältnisse und Unterlagen von vornherein jeden Versuch, die Propylitfrage hier etwa in dem einen oder anderen Sinne zu entscheiden. Indessen scheinen sich aus dem Consacáprofil, zugleich in Verbindung mit den Verhältnissen am Sotará und Puracé, doch einige interessante Thatsachen zu ergeben.

Im Barranco und in der Caldera ist wirklich das unmittelbare Liegende der Andesite aufgeschlossen. Dasselbe wird entweder von wirklichen geologischen Propyliten im Sinne ZIRKELS, d. h. alttertiären Vorläufern der Andesite, welche nicht aus der Zersetzung von Andesiten herzuleiten sind, gebildet oder von jüngeren vortertiären Porphyriten, wie solche besonders zahlreich auf der Strecke Popayan-Pasto angetroffen wurden. Trotz dieses Unentschiedenseins zieht die Propylitfrage in die Geologie Colombias und damit von neuem und in verstärktem Masse in die Geologie Südamerikas ein. Es ist höchst auffällig, dass sie hier bisher eine so untergeordnete Rolle gespielt hat, dass RICHTHOFEN und ZIRKEL das vermeintliche Fehlen der Propylite in dem grössten Andesitgebiet der Erde, eben in Südamerika, als einen Beweis gegen die von anderer Seite behauptete sekundäre Natur der Propylite anführen konnten. Zum erstenmal überhaupt beschreiben meines Wissens PFLÜCKER und RICCO[4]) 1883 Propylite aus Peru, dann MÖRICKE[5]) 1893 aus Chile. Herr Th. WOLF erwähnt zwar in seinen Werken (s. o.) die Propylite nicht, aber bereits in den siebziger Jahren hat er in seinen Privatbriefen an G. v. RATH die Ansicht ausgesprochen, dass gewisse Gesteine in Ecuador den ungarischen Propyliten entsprechen, und neuerdings hat er dem Verfasser gegenüber ihre Anwesenheit in Colombia vertreten. In Ecuador I dieses Werkes wird mehreremale nur kurz von propylitartigen (S. 202, 212, 216) und propylitisch veränderten Andesiten (S. 217, 221) gesprochen. Colombia war in Bezug auf die Propylitfrage bisher ein jungfräuliches Land. Es dürfte nunmehr eine ganze Reihe von Örtlichkeiten besitzen, welche zur weiteren Entwickelung der Propylitfrage Anhaltspunkte zu liefern berufen sind.

---

1) Führer für Forschungsreisende. 1886, 561.
2) Petrographie II, 1894, 584—595.
3) Mikr. Physiographie der massigen Gesteine. 1896, 913—917.
4) u. 5) s. o. S. 167.

Unter den Consacágesteinen wurden von den für primäre Propylite (oder Porphyrite) gehaltenen Gesteinen eine Anzahl als stark und propylitsch zersetzte Andesite abgetrennt, welche angeblich nichts mit jenen zu thun haben. Es kann indessen nicht geleugnet werden, dass die Abgrenzung in einzelnen Fällen schwierig, ja unmöglich ist. Und wenn wir die Propylite(?) vom Puracé (S. 134) und Sotará (S. 148) zum Vergleich namentlich mit den primären Propyliten des Consacá heranziehen, so will es scheinen, als gehörten die Puracégesteine und diejenigen vom Sotará auf S. 148 zu den propylitisch veränderten Andesiten, die übrigen Sotarágesteine auf S. 149 mehr zu den primären porphyritischen Ausbildungen, also auch hier Übergänge, Unsicherheit und Zweifel.

Auf eine bemerkenswerte Thatsache verdient noch aufmerksam gemacht zu werden, auf das Gebundensein so eigentümlich und weitgehend veränderter Gesteine an Vulkane, an die Nachbarschaft von Solfataren und Thermen. An allen drei Vulkanen, Puracé, Sotará und dem von Pasto, finden wir Schwefelbildung, saure und stark mineralhaltige Wässer. Im Consacáthal sind alle Gesteine in gleicher Weise, wenn auch vielleicht gradweise verschieden, verändert und mit Pyrit erfüllt. Es scheint durchaus nicht von der Hand gewiesen werden zu können, dass, die Wirkung dieser Einflüsse nicht allein in einer Verkieselung, Opalisierung und Verschwefelung der Andesite bestehe, wie von mancher Seite behauptet wird, sondern auch, natürlich unbeschadet der geologischen Selbständigkeit der Propylite, in einer grünsteinartigen propylitischen Veränderung sich äussere, wie früher Szabo[1]), neuerdings wieder u. A. Rosenbusch[2]) verfochten haben. Von welchen Nebenbedingungen freilich die letztere Wirkung abhängig ist, dürfte bisher unbekannt geblieben sein. Vielleicht stellt die Propylitisierung eine langsamere, die grünsteinartige Umwandlung anregende Fernewirkung der Solfataren und Thermen dar.

XIV. La Cocha oder Mar dulce.

Litteraturverzeichnis No. 72, 104.

Von dem 2544 m hoch gelegenen Pasto führt der Weg in östlicher und südöstlicher Richtung über einen von N nach S ziehenden Rücken (El Helechal, 3470 m) nach der Cocha, einem Hochgebirgssee, dessen Wasserspiegel in 2749 m Höhe liegt,

1) Vergl. geolog. R. A. 1879, 17.
2) Mikr. Physiographie der massigen Gesteine. 1896, 915.

am Westufer desselben entlang nach Santa Lucía am Südende (2793 m). Von hier wird noch der 3521 m hohe Berg Patascoi de Santa Lucía (östlicher Fuss 2743 m) besucht. (Siehe die Bilder von Colombia No. 33—36 der Stübel'schen Sammlung im Grassi-Museum zu Leipzig).

Geologie. Wie schon Gerölle im Rio Guáitara vermuten liessen (S. 179), bestehen die Gebirge östlich von Pasto aus altkrystallinen Gesteinen. Granit, Diorit und Gneiss bilden das aus dem Cochagebiet vorliegende Material. Dabei ist es freilich, wie häufig in derartigen Gegenden, schwer, Grenzen zwischen Granit und Gneiss zu ziehen, hier um so schwerer, als Gebirgsdruck die Gesteine, namentlich den Granit in Struktur und mineralischer Zusammensetzung mannigfach verändert hat, so dass Verhältnisse ähnlich denen am Huila zu bestehen scheinen (vergl. S. 118, 121 u. f.). Keiner der vorliegenden Granite erweist sich ganz frei von Druckeinflüssen. Mit einer Ausnahme, einem stark zersetzten Biotitamphibolit von dem Rücken zwischen Pasto und der Cocha (von El Helechal) stammen alle Gesteine vom Patascoi und dessen Umgebung, der danach aus Gneiss und Granit besteht, welche wahrscheinlich gangförmig von feinkörnigem Diorit durchsetzt werden.

Petrographische Bemerkungen.

(Stübelsche Sammlung No. 766—775, Reisssche Sammlung 19 Stück.)

Granit.

Am frischesten und am wenigsten durch Druck verändert sind folgende Granite:

Biotitgranit (No. 773/74), glimmerarm, das Gebirge des Patascoi bildend, vom Gipfel (Torre de la Matriz, 3521 m). Helle Gesamtfarbe, mittel- bis grobkörnig, gleichmässigkörnig und porphyrartig durch 30 mm grosse Feldspäthe; dunkler Glimmer nur in kleinen Blättchen eingestreut. Eine andere Probe (No. 773) hat eine buntere Farbe durch weisse, bräunliche und bläuliche Feldspäthe; Glimmer zersetzt. — „Gneissgranit", Blöcke bei Santa Lucía, mittelkörnig, mürbe. — Geröll im Rio Potrero, einem kleinen Fluss nordöstlich von Ciénaga; mürbe. Eine zweite Probe „Gneissgranit". — Geröll in einem kleinen, von der Nordwestseite des Patascoigebirges kommenden Bache. Bunt, bräunlich-bläulichgrau mit bläulichen Oligoklasen; mittelkörnig, etwas durch Gebirgsdruck verändert. Eine zweite Probe „Gneissgranit", mittelkörnig, mit feinkörniger dunkler Ausscheidung.

Sämtliche Granite gehören wahrscheinlich zu demselben grossen Massiv, denn sie stimmen, von nachträglichen Veränderungen abgesehen, in der mineralischen Zusammensetzung und in der Struktur überein. Gemengteile sind Orthoklas, Quarz, viel feingestreifter Oligoklas, wenig Mikroklin, verhältnismässig wenig Glimmer, vereinzelt Erz und Apatit. Der Feldspath ist um so frischer und reiner, je weniger das Gestein von Druck beeinflusst ist. Bei stärkerer Wirkung nimmt er das bekannte trübe, aufgeschwollene Aussehen an. Epidot, Chlorit, Muskovit siedeln sich in ihm an bis zu

vollständiger Pseudomorphosierung. Reicher an Mikroklin ist das Gestein von der Nordwestseite des Patascoi. In den Quarzen des porphyrartigen Granites vom Patascoigipfel fallen die durch das ganze Präparat in gleicher Richtung durchsetzenden Züge von Flüssigkeitseinschlüssen auf. Brauner Glimmer ist das einzige dunkle Silikat. Die erwähnte dunkle Ausscheidung stellt ein feineres Gemenge von kleinen grünen Glimmerblättchen und viel Epidot dar. Die Struktur ist die durch automorphen Feldspath und Glimmer und xenomorphen Quarz bedingte hypidiomorphkörnige.

Keine der Granitproben entbehrt der Druckspuren. Selbst in dem frischesten Vorkommen vom Patoscoigipfel (aus 3500 m Höhe, wenige hundet Meter unterhalb seines Gipfels), welches den Glimmer am unversehrtesten enthält, vermag man Aggregatpolarisation und huschende Auslöschung am Quarz, streifig-flammige, zuweilen mikroklinähnliche Polarisation und Zertrümmerung am Feldspath deutlich als Druckwirkungen zu erkennen. In anderen Proben mehren und steigern sich dieselben, wie das Auftreten von Epidotadern, beginnende allgemeine Trümmerstruktur, Verzerrung und Chloritisierung des Glimmers, Bildung von sekundärem braunem Glimmer in kleinen Blättchen, die eng mit Epidot verbunden sind.

Bedeutend stärker durch Gebirgsdruck verändert zeigen sich folgende Granitvorkommnisse:

Geröll aus der Quebrada (No. 770), welche man am Fuss des Patascoi kreuzt und die auf der linken Seite in den Cochafluss mündet. Mittelkörnig, grünlich, protoginähnlich. — Geröll in einem kleinen Bach an der Nordwestseite des Patascoigebirges; mittelkörnig, mit Glimmerfasern und ein bunter Granit mit weissen, rötlichen, gelblichen und grünlichen Feldspäthen und feinblätterigen Glimmerfasern.

In diesen Graniten ist zwar die ehemalige Struktur noch erkennbar, aber durch Zertrümmerung stark verändert. Quarz und Feldspath sind zerdrückt, von zahlreichen Rissen durchzogen, auf denen sich Epidot, Chlorit und Quarz angesiedelt haben, die Teile verschoben. Der ursprüngliche Glimmer ist meist durch Chlorit und Epidot, auch durch tiefgrünen und braungrünen sekundären Glimmer ersetzt. Mit Epidot ausgeheilte Klüfte durchziehen die Gesteine.

Ganz ausgezeichnet können die Zertrümmerungserscheinungen mikr. an zwei glimmerarmen bis -freien Graniten (?) studiert werden. Der eine (No. 766) steht am Westufer der Cocha jenseits des Sumpfes Romerillo, der andere an den Waldbergen nahe dem Seeufer an. Beide erscheinen sehr feinkörnig, sind weiss und gelblich gefärbt und sehen wie kaolinisiert aus. Die zweite Probe wird von schmalen Hornsteingängen durchsetzt. U. d. M. herrscht die typischste, auf mechanischem Wege hervorgebrachte porphyrartige Trümmerstruktur. Der feinkörnigen „Grundmasse" sieht man unschwer an, dass sie ein Zerreibsel grösserer Quarz- und Feldspathkörner ist; häufig liegen die kleinen Teile, wie man an dem einheitlichen Polarisieren erkennt, noch so, wie sie zu einem Individuum gehört haben. In die Augen springend sind auch die schon mehrfach beschriebenen Zertrümmerungserscheinungen an den grossen „porphyrischen" Körnern und Krystallresten.

Stark umgewandelte druckschieferige Gesteine (Granite?) stellen wahrscheinlich auch ein gneissartiges, wie zersetzt aussehendes Gestein dar, das zwischen Ramos und Santa Lucía nahe dem Seeufer ansteht, ferner ein Geröll aus dem Rio Filancayaco, sehr feinkörnig, dünnplattig, rostig. Beide erinnern mit ihrer mikr. Beschaffenheit an die druckschieferigen Gesteine vom Huila (S. 122/23). Wie dort wechseln aus einem dichten Aggregat von Epidotkörnern und zurücktretendem braunem oder grünem Glimmer bestehende Flasern mit solchen, welche aus einem Quarz-Feldspath-

aggregat mit Trümmerstruktur bestehen. Auch hier erkennt man in dem dichten Epidotaggregat noch Spuren der grösseren Feldspäthe, welche von ersterem überwuchert wurden.

Gneisse.

In den allgemeinen Bemerkungen zu diesem Abschnitt wurde bereits auf die grosse Ähnlichkeit der Granite und Gneisse der Cocha und auf die Schwierigkeit, sie voneinander zu trennen, hingewiesen. Als Gneisse sollen hier solche Gesteine bezeichnet werden, welche makr. und mikr. nicht so augenscheinlich für druckschieferige Granite angesehen werden können.

Biotitgneiss. Gerölle bei Santa Lucía (No. 767) am Südende der Cocha, feinkörnig, glimmerarm, hell, weiss und gelb gefleckt, dunkles Mineral spärlich strichartig verteilt. — Weitere Proben von demselben Orte (No. 768) reicher an Glimmer (in feinsten Blättchen), deutlich geschiefert und mit Anklängen an stengelige Struktur.

Ausser den bei den Graniten genannten Gemengteilen finden wir hier noch ziemlich reichlich Perthit, grünbraune Hornblende in geringer Menge, welche Körner und recht scharf begrenzte, auch mit Endflächen versehene Säulen bildet, und Muskovit. Die dunklen Silikate sind im allgemeinen spärlich vorhanden und in losen Haufen und Schmitzen angeordnet. Die Verbindungsweise der Mineralien u. d. M. entspricht der Lagen- und Langflaserstruktur mit Anklängen an die porphyrartige Trümmerstruktur, letztere kann auch deutlich ausgeprägt sein. Als dritte kommt eine mehr gleichmässig körnige granulitartige vor. Bei der vielfachen Ähnlichkeit der Gneisse in dieser Hinsicht mit den obigen Graniten fehlen doch den ersteren die deutlichen Druckspuren und der Reichtum an sekundären Druckmineralien.

Amphibolbiotitgneiss, Blöcke in den Feldern von Santa Lucía, Südwestende des Sees. Reich an dunklen Mineralien, undeutliche Augen- bis Flaserstruktur, indem bis 8 mm lange schmale auch augenartige Feldspathflasern von dunklen Lagen umzogen werden.

Mikr. Gemengteile sind Feldspäthe, Quarz, Hornblende, Biotit, Titanit, alle frisch. Die Hornblende ist stark pleochroitisch, schön blaugrün-gelbgrün, häufig verzwillingt, nie krystallographisch begrenzt, auch nicht in der Prismenzone, bildet vielmehr unregelmässige zerfetzte, von den farblosen Mineralien poikilitisch durchwachsene Körner. Ähnliches bemerkt man an dem dunkelbraungrünen Glimmer, der ausserdem mit Hornblende verwachsen vorkommt und mit dieser und Epidot Anhäufungen bildet. Ebenso hält sich reichlich vorhandener Titanit an diese Mineralien. Die mikr. Struktur entspricht der makroskopischen. Die hellen Flasern und Augen zeigen die „porphyrartige Trümmerstruktur", wobei unentschieden bleiben muss, ob sie das Erzeugnis nachträglichen Druckes ist. Die grösseren Feldspäthe der Flasern und Augen sind reich an locker gelagerten, ausserordentlich zierlich ausgebildeten Epidotkrystallen.

Biotitamphibolit (No. 775), am Cerro Helechal, dem höchsten Punkt am Wege zwischen Pasto und der Cocha anstehend. Soviel an dem stark zersetzten, rostig gefärbten, zu sehr feinem Grus zerfallendem Gestein noch erkannt werden kann, ist es feinkörnig, schuppig-schieferig, reich an dunklen Mineralien. U. d. M. bemerkt man noch viel rostigen Biotit, grüne Hornblende, reichlich Epidot neben zurücktretendem Quarz und Feldspath.

Zweifelhafter Natur ist ein Geröll (No. 769) aus dem Fluss, welcher zwischen Santa Lucía und dem Patascoi auf der rechten Seite in den Cochafluss mündet. Das Gestein ist feinkörnig,

deutlich körnig, weiss, frisch, einem mehr massigen Quarzit nicht unähnlich. Winzige rötliche Pünktchen scheinen Granat zu sein, sind aber nur Rostflöckchen. Mikr. gewahrt man ein mehr granulitisch- als granitischkörniges Gemenge von Quarz, unverzwillingtem und feingestreiftem Feldspath, vereinzelt grünem Glimmer. Man könnte das Gestein für einen körnigen, granulitähnlichen Gneiss oder einen aplitischen Granit halten.

Quarzdiorit, Geröll in der Quebrada, welche man am Fuss des Patascoi kreuzt und die auf der linken Seite in den Cochafluss mündet (No. 771/72). — Geröll im Rio Potrero nordöstlich von Ciénaga. — Aus einem kleinen, von der Nordwestseite des Patascoigebirges kommenden Bach.

Sämtliche Vorkommnisse sind feinkörnig, dunkel, hornblendereich, zeigen häufig gelbe Epidotnester, epidotisierte Feldspäthe und feine Epidotadern. An einer Probe treten einzelne, 2—4 mm grosse, weisse Feldspäthe hervor, eine andere ist scheinbar dickschieferig, reich an Epidotnestern. Die Gesteine entsprechen den feinkörnigen Dioriten von La Plata (S. 83). Gemengteile sind Hornblende, Plagioklas, Quarz, z. T. Biotit, Titanit, Magneteisenerz, sekundär Chlorit und Epidot. Die Hornblende ist meist frisch, grün bis blaugrün, lang-säulenförmig, in einer Probe von der Nordwestseite des Patascoi zu braunem und grünbraunem Glimmer pseudomorphosiert. Der Plagioklas, häufig mit zonaler Struktur, bildet mehr kurz rechteckige Schnitte, die eckigen Lücken füllt Quarz in ansehnlicher Menge aus.

XV. Reise nach Sebondoy in der Ostcordillere.

Litteraturverzeichnis No. 72, 80, 104.

Der Weg führt von Pasto (2544 m) in östlicher Richtung über den Alto del Granizo (3101 m), Alto de Morasurco (3347 m), Cerro de San Francisco (3372 m) nach dem das Nordende der Cocha überragenden Vulkan Bordoncillo (3699 m), nach den Indianerdörfern Santiago (2153 m), Sebondoy (2153 m) und Putumayo (2112 m), welche am Rande einer grossen Ebene, des sumpfigen Quellgebietes des Rio Putumayo liegen. (Siehe die Bilder von Colombia No. 37—39 in der Stübelschen Sammlung des Grassi-Museums zu Leipzig). Auf dem Rückweg von Sebondoy wird die Ostcordillere weiter nördlich überschritten, das obere Juanambúthal am Páramo de Aponte (2695 m) erreicht und über Tambillo (Guaranga, 2152 m), Aponte (2188 m) und Buesaco (1998 m) nach Pasto zurückgekehrt.

Der eingeschlagene Weg überschreitet demnach zweimal an verschiedenen Stellen die Ostcordillere des südlichen Colombia, welche, geologisch die Fortsetzung der bisherigen Mittelcordillere bildend, nunmehr nach Vereinigung der Mittel- und

Ostcordillere des mittleren und nördlichen Colombia den östlichen der beiden noch vorhandenen Gebirgszüge bildet.

Geologie. Ausser Küchs Untersuchungen der vulkanischen Gesteine ist mir nur Karstens[1]) aus Codazzi (Perez, Litt. No. 50) entlehnte Bemerkung bekannt, dass der südliche Ausläufer der Ostcordillere fast ausschliesslich aus Übergangsbildungen und Sedimentgesteinen bestehe, und dass in der Umgebung des Vulkans Bordoncillo, von den vulkanischen Gesteinen abgesehen, Syenit herrsche.

Wie weiter südlich im Patascoigebiet finden wir hier altkrystalline Gesteine, krystalline Schiefer und ältere Massengesteine vertreten, und zwar scheinen sie in den höchten Teilen der Cordillere vorzukommen, während sich an den Abhängen jüngere, z. T. kontaktmetamorphe Schiefer und paläozoische(?) Sedimente in Gestalt von Diabasen und diabasischen Trümmerbildungen anlegen. Auch die Kreideformation ist vertreten.

An den **älteren Massengesteinen** machen sich deutlich Wirkungen des Gebirgsdruckes bemerkbar, so dass sich Verhältnisse wie am Patascoigebirge und am Huila zu wiederholen scheinen. Die Granite stammen vom Ostabhang als Gerölle aus dem Rio San Pedroyacu und Rio San Francisco bei Sebondoy, ihr Ursprung ist nicht bekannt.

Von den **krystallinen Schiefern** stellt ein epidotreiches, als Biotitgneiss bezeichnetes Gestein von Guaranga (Westabhang) wahrscheinlich nur einen dynamometamorphen Granit dar, ein Quarzphyllit steht bei Buesaco (Westabhang) an, während ein hochkrystalliner Andalusitglimmerschiefer und zwei Amphibolite aus dem Rio San Pedroyacu freilich nur als Gerölle der Ostseite angehören. Grünsteine, und zwar Diabasbreccien und -tuffe, mit Kalk, welche z. T. ebenfalls stark von Gebirgsdruck beeinflusst sind, so dass es schwer hält, Druckbreccien und sedimentäre Breccien zu unterscheiden, sind zwischen Aponte und Las Cuevas, ebenso zwischen dem Rio Juanambú und Buesaco (Westseite) verbreitet, liegen aber auch vom Ostabhang als Gerölle aus dem Quinchuaiyacu zwischen Putumayo und Santiago vor. Sie erinnern an die Gebiete zwischen Pasto und dem Patíathal (vergl. XII. Abschn.) und um Popayan (vergl. X. Abschn.). Zwei **Kreide**gesteine, ein schwarzer bituminöser Kalk mit Inoceramus sp. und ein lyditartiger Schiefer gleich den auf S. 29 und 91 beschriebenen, beide Gesteine reich an mikr. Foraminiferen und beide als Gerölle im Rio San Francisco bei Sebondoy gefunden, deuten darauf hin, dass Kreideablagerungen hier näher sind, als man nach der Karstenschen

1) Litt No. 72, S. 34.

Karte annehmen könnte. Unter den nachzutragenden **vulkanischen** Gesteinen interessieren nach dem in den vorigen Abschnitten Gesagten am meisten zersetzte Andesite und zweifelhafte Porphyrite aus dem Rio Aponte, welche vielleicht vom Cerro Juanoi stammen.

Petrographische Bemerkungen.

Krystalline Schiefer.

(STÜBELsche Sammlung No. 809—842).

Biotitgneiss? (No. 828), epidotreich, aus einer Quebrada bei Guaranga in der Nähe von Tambillo, rechte Seite des Rio Juanambú. Grünlichgrau, kleinkörnig schuppig. Gemengteile sind Feldspäthe, Quarz, grüner Glimmer, sehr viel Epidot, Chlorit, Muskovit, Calcit. Die Struktur zeichnet sich durch ihre Unregelmässigkeit, durch das wirre Durcheinander der Gemengteile aus. Die hellen Quarzfeldspathaggregate zeigen oft Trümmerstruktur, die Anhäufungen von Epidot, welcher durch zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse trüb aussieht, erweisen sich nicht selten durch ihre rechteckige Form und durch einen noch vorhandenen Feldspathsaum als Pseudomorphosen nach Feldspath. Es ist wahrscheinlich, dass das Gestein ebenso wie die erwähnten vom Huila und von der Cocha ein druckschiefriger Granit ist.

Andalusitglimmerschiefer (No. 818), Geschiebe im Rio San Pedroyacu bei Sebondoy. Glimmerreich, silberglänzend, feinschuppig-schieferig, dunkel, Andalusit makr. nicht zu bemerken. Mikr. ein recht regelmässiges Gemenge aus Quarz und grünem bis braungrünem Glimmer mit annähernd gleicher Beteiligung beider Mineralien. Körner von unverzwillingtem und gestreiftem Feldspath, ferner Muskovit tauchen bei genauerer Betrachtung reichlicher auf. Andalusit wurde ausser in mehreren kleineren Körnern in einem grösseren säulenförmigen Krystall wahrgenommen. Er hat ein körnig-rissiges Aussehen, enthält Erzkörner eingelagert, ist mit Quarz durchwachsen, meist deutlich pleochroitisch, morgenrot-grünlich, polarisiert dann auch mit lebhaften Farben, während die nicht pleochroitischen Partien die fahlen Farben des Kalkes zeigen. Kleine Zirkone.

Quarzphyllit (No. 822), am Buesaco ostnordöstlich von Pasto anstehend. Quarzflasern und -linsen werden von dunkelgrauen Phylitthäuten umzogen, stellenweise gleicht das Gestein einer aus Quarz- und Phyllitbrocken gemengten Breccie. Mikr. gleichen die Phyllithäute den Graphitphylliten von Toribío (S. 125) und aus dem Sotaráthal (S. 145), nur ist der Kohlegehalt hier geringer, der Gehalt an sericitischem Glimmer grösser. Ausgezeichnet sind die mikr. Faltungen der feinsten Lagen zu beobachten.

Feldspathamphibolit (No. 822), Block von Santiago („scheint aber von Sebondoy zu stammen"). Dunkelgrün, feinkörnig, im Handstück massig erscheinend, reich an dünnen, bis 10 mm langen, unregelmässig gelagerten Hornblendesäulen („Nadeldiorit").

Quarzamphibolschiefer (No. 821), Geröll im Rio San Pedroyacu bei Sebondoy. Dem vorigen äusserlich ähnlich, nur besitzt er deutliche plattige Schieferung, und die Hornblendenadeln sind meist parallel gelagert. Mikr. sind die beiden Gesteine ganz verschieden.

Das erste ist ein gröberes, allotriomorph- und ziemlich gleichmässigkörniges Gemenge von unverzwillingtem (Albit) und scharf gestreiftem Feldspath und dunkelschmutziggrüner Hornblende, zu denen sich noch untergeordnet Erz, Epidot, Apatit in langen Nadeln gesellt. Die Hornblende hat breitere Säulengestalt, aber immer buchtige Grenzen, und wird von den farblosen Mineralien durchwachsen.

In dem zweiten Gestein liegen die viel schlankeren, tief blaugrünen, viel durchwachsenen Hornblendesäulen in einer beträchtlich feineren Masse, an deren Zusammensetzung sich neben Feldspäthen reichlicher Quarz beteiligt und welche an vielen Stellen Trümmerstruktur erkennen lässt. Zahlreiche Erzkörner sind eingestreut. Epidot ist gleichmässig verteilt und in Nestern angehäuft. Es liess sich kein sicherer Anhalt dafür finden, dass die beiden Gesteine in einem kausalen Zusammenhang miteinander stehen, dass das zweite vielleicht durch Druck aus dem ersten hervorgegangen.

Ältere Massengesteine.

Biotitgranit (No. 816), Geröll im Rio San Pedroyacu bei Sebondoy. Feinkörnig, hell, frisch. Gemengteile sind Orthoklas, reichlich Mikroklin, zurücktretend Plagioklas und Mikroperthit, Biotit, primärer Muskovit in geringerer Menge, Rutil; Erz scheint ganz zu fehlen. Sämtliche Mineralien sind frisch, nur der Feldspath zeigt hier und da Trübung. Die Struktur ist weniger die gleichmässigkörnige, sie nähert sich mehr der Mörtelstruktur. Verwachsungen und poikilitische Durchwachsungen der Gemengteile kommen häufig vor.

Hornblendebiotitgranit (No. 817), Geröll im Rio San Pedroyacu bei Sebondoy. Mittelkörnig, syenitähnlich. Gemengteile sind Orthoklas, reichlich Plagioklas, Quarz, grüne Hornblende, brauner und grüner Biotit, viel Epidot mit der Hornblende verwachsen und im Feldspath, Titanit und Erz. Die Struktur ist typisch hypidiomorphkörnig.

Eine hornblendereiche Ausscheidung in einem Hornblendegranit stellt vermutlich ein mittelkörniges grünes, vorwiegend aus Hornblende und wenig Feldspath gemengtes Gestein (No. 820), eine pegmatitartige Ausscheidung dagegen ein grobkörniges Gemenge aus weissem Feldspath, grünen, bis 33 mm langen Hornblendesäulen und Epidot, beide aus dem Rio San Pedroyacu, dar.

Dynamometamorpher Hornblendebiotitgranit (No. 823), Geröll im Rio San Francisco bei Sebondoy. Dem vorigen ähnlich. Das Gestein besitzt eine deutlich durch Druck hervorgerufene, an Flasergneiss erinnernde Struktur. Seiner mineralischen Zusammensetzung nach gehört es vielleicht mit dem vorigen geologisch zusammen. Untrügliche Zeichen dynamischer Veränderungen erblickt man auch u. d. M. Die vollständig in Chlorit umgewandelte Hornblende ist ausgezogen, der Glimmer gestaucht, der Quarz in allen Stufen zertrümmert, der Feldspath mit zwillings- und mikroklinartiger feiner, aber verwaschener und unregelmässiger Streifung versehen, während Zertrümmerung an ihm seltener vorkommt (Taf. III, Fig. 5).

Dynamometamorpher Syenit (?) (No. 834), bei Aponte und am Wege nach Las Cuevas anstehend. Grün, unbestimmt weissgefleckt, kleinkörnig. Die weissen Flecken gehören einem trüben Feldspath mit ganz verschwommenen Grenzen an. Vorzüglich geglättete und geriefte Rutschflächen an einer Probe. Ursprüngliche Gemengteile waren vorwiegend Feldspath, dunkles Silikat (Hornblende?), wenig Quarz. Der Feldspath ist durch die üblichen Neubildungen stark getrübt und verändert, der dunkle Gemengteil unterlag vollständig der Umwandlung in eine breitgelaufene viri-

ditische, mit Epidot untermengte Substanz. Ein enges Netz von Quetschlinien durchzieht das Präparat und schlängelt sich um die gerundeten Mineralkörner. Schöne radialstrahlige Epidotaggregate sind reichlich vorhanden.

Diabasbreccien und -konglomerate.

Bei Aponte anstehend (No. 835), fein- und gleichmässigkörnig, grün- und weissgekörnelt. — Grobstückig (No. 836) ebenda. Rötliche, vorwiegend grüne Brocken, bis 45 mm zu einem dunkelgrünen, festen Gestein verkittet. — Sehr feinkörnig fest (No. 837), grünlichgrau. Verbreitetste Art des Grünsteins zwischen Aponte und Las Cuevas, ebenso zwischen dem Rio Juanambú und Buesaco. — Kleinkörnig, rostig zersetzt (No. 838), bei Las Cuevas anstehend; in ihm tritt ein grobkörniger, dunkelschwarzgrauer Kalk (No. 839) auf. — Mittel- bis kleinkörnig (No. 840/41) am linken Ufer des Rio Juanambú am Wege nach Buesaco anstehend, heller bis dunkelgrün. Ähnlich wie die früher erwähnten Diabasbreccien bestehen diese Gesteine aus Mineralien und Brocken diabasischer Gesteine, namentlich sind es hier reichlich Krystalle und Trümmer grösserer Feldspäthe und Augite ausser Porphyrit- und Spilitbrocken. Grüne Zersetzungsprodukte, Epidot in Form grösserer Körner und feiner Aggregate und Polster, Chlorit, Calcit durchsetzen auch hier alle Mineralien und Gesteinsstücke. Auffallend ist die Frische des Augites, der in gelblichen, meist stark von Rissen durchsetzten Körnern vorkommt, auffallend auch die Druckbreccienstruktur besonders in den sehr feinkörnigen, wie normale Diabase aussehenden Gesteinen. Die Präparate derselben werden von massenhaften, wie Druckspuren aussehenden gewundenen Linien durchsetzt, und das ganze Gestein erscheint wie ein vollständig „aus der Ordnung gekommener“ Diabas.

Auch der obenerwähnte grobkörnige krystalline Kalk lässt an Adern, verbogenen Lamellen, an Breccienstruktur Einflüsse von Druck erkennen.

Porphyrit (No. 809), Geröll im Quinchuai-yacu zwischen Putumayo und Santiago. Grün, dicht. U. d. M. erkennt man in der meist aus grünlichen sekundären Schüppchen und Epidotkörnern bestehenden Grundmasse zersetzte schattenhafte porphyrische Feldspäthe und Chlorit-Epidotpseudomorphosen nach einem dunklen Silikat.

Ein violettrotes, mit kleinen (1 1/2 mm) kaolinisierten Feldspäthen versehenes Gestein (No. 809) von demselben Orte ist ein stark ferritisch zersetzter **Porphyrit** oder **Tuff.**

Sedimentgesteine.

Kieselschiefer (No. 825), Geröll im Rio San Francisco bei Sebondoy. Schwarz, lyditartig, mit zahlreichen, meist nach einer Richtung gehenden weissen Kalkadern. U. d. M. erkennt man deutlich ein feinkörniges Quarzaggregat, welches durch organische Substanz gemäss den sehr reichlich eingelagerten und gut erhaltenen Foraminiferen hellbraun gefärbt ist.

Bituminöser Kalk (No. 824), Geröll im Rio San Francisco bei Sebondoy. Dunkelgrauschwarz, schieferig, mit Inoceramus sp. und reich an gut erhaltenen mikr. Foraminiferen. Beim Anschlagen entwickelt das Gestein deutlich bituminösen Geruch. U. d. M. stellt die Gesteinsmasse sehr feinkörnigen, durch staubartige organische Substanz gefärbten Kalk dar, während die Foraminiferen und Muschelschalen grobspäthig und rein sind.

Milchquarz (No. 815), Geröll im Rio San Pedroyacu bei Sebondoy. Reinweiss, mittel- bis kleinkörnig, stammt wahrscheinlich aus einer Quarzknauer eines krystallinen Schiefers. U. d. M. wurde kein anderes Mineral als Quarz bemerkt. Wir haben ein gleichmässigkörniges Gemenge ohne die an derartigen Gesteinen so häufige Trümmerstruktur. Bemerkenswert sind nur noch die ausserordentlich zahlreichen, in Zügen geordneten typischen Flüssigkeitseinschlüsse von verschiedenster Gestalt.

Andesite.

Als Geröll (No. 800) kommt im Guarmiyacu bei Santiago jener auf S. 71/72 beschriebene Andesittypus vor, mäusegrau ohne makr. Einsprenglinge, bei dem nur Magnetitpseudomorphosen als mikroporphyrische Ausscheidungen neben Feldspath vorhanden sind.

Ein grauschwarzes basaltähnliches Gestein (No. 785), Geröll in der Quebrada Negrohueco, welche in den Rio Juanambú mündet und die der Weg von Laguna nach dem Bordoncillo kreuzt, ist ein dem Basalt nahestehender **Pyroxenandesit,** in welchem merkwürdigerweise die wenigen mikroporphyrischen Feldspäthe stark getrübt und grün zersetzt sind.

Zersetzte Andesite. KÜCH erwähnt S. 129 vom rechten Ufer des Juanambú am Wege von Tambillo nach dem Rio Aponte einen zersetzten Amphibolandesit und vom Rio Aponte einen zersetzten Pyroxenandesit. Die Gesteine beanspruchen nach dem früher über die Zersetzung der Andesite Gesagten einiges Interesse. Die vorliegenden Gesteine sind: Ferritisch zersetzter **Amphibolandesit** (No. 829), am Wege von Tambillo nach dem Rio Aponte. Violettrot, mit trüben weissen Feldspäthen. — **Andesitbreccie** (No. 830), z. T. ferritisch zersetzt. Eine Probe zeigt grüne Brocken in einer grauvioletten Masse, eine zweite Probe stellt ein gemengtes, auch andere Gesteine von älterem Aussehen enthaltendes festes Konglomerat dar, stark ferritisch zersetzt, von demselben Orte. — **Pyroxenandesit** (No. 832), Geröll im Rio Aponte, feinporphyrisch, mehr porphyritisch aussehend, dunkelbräunlichgrau. — **Porphyrit** (**Propylit?**) (No. 833), Geröllblock im Rio Aponte. Dunkelgraue, porphyrisch aussehende Grundmasse, grössere trübe weisse Feldspäthe und dunkle Krystalle.

Sämtliche Gesteine stammen wahrscheinlich vom Vulkan Doña Juana.

In dem Amphibolandesit und einer Probe der Breccie besteht die Veränderung wesentlich in einer Umwandlung des Magneteisens in Hämatit. Als dunkle Ausscheidungen scheinen nur Magnetitpseudomorphosen, hier und da mit braunem Hornblendekern, vorhanden gewesen zu sein. Die gleiche Zersetzung hat in dem Pyroxenandesit stattgefunden neben der grünen Umwandlung einzelner Augite. Alle die genannten Gesteine sind reich an braunem Apatit, und ihre andesitische Natur kann trotz des porphyritischen Aussehens nicht zweifelhaft sein. In der zweiten Breccienprobe, in welcher auch Quarz, Schieferbrocken, reichlich grün zersetzte porphyritische und andesitische Brocken mit Epidot und Calcit neben den ferritisch veränderten, vorhanden sind, ist die Entscheidung schwer, ja unmöglich. Dagegen scheint das letzte Gestein trotz einiger Ähnlichkeit eher den Porphyriten zugewiesen werden zu müssen. Die Grundmasse ist ein sehr feiner, durch bräunliche Substanz etwas verschleierter und verschwommener Mikrolithenfilz mit lose, aber reichlich eingestreuten Erzkörnchen. Der porphyrische Feldspath zeigt auf Rissen starke Trübung, ist aber sonst frisch, Glaseinschlüsse waren vorhanden. Der dunkle Gemengteil, nach einem vereinzelten Rest grüne Hornblende, ist in Pseudomorphosen von Chlorit und Calcit mit reichlichen kleinen Erzkörnern umgewandelt. Nester körnigen Quarzes scheinen primär zu sein. Apatit farblos.

Opalisierte Andesite. Helle, bläulich-gelblichgraue bis weisse Gesteine (No. 787—790), Gerölle in der Quebrada Blancoyacu zwischen dem Bordoncillo grande und Bordoncillo chiquito sind in der bekannten Weise opalisierte und verquarzte Andesite und Andesitkonglomerate, in denen meistens die mikr. Struktur des Gesteins und der Mineralien noch erhalten ist. In einer Probe, einem Konglomerat, sind Räume zwischen den opalisierten Andesitbrocken mit Aggregaten zierlicher dichtgelagerter, im Schnitt quadratischer bis kurz rechteckiger Kryställchen ausgefüllt, welche Neubildungen darstellen und einem Feldspath angehören dürften. Sie sind unverzwillingt und zeigen alle einen bräunlichkörnig getrübten, rechteckigen bezw. quadratischen Kern und klaren Rand. — Fast ganz verwischt ist dagegen die Struktur in gleichen weiss- und gelbgefärbten Gesteinen (No. 806—808) aus dem Guarmiyacu bei Santiago und Blöcken bei Santiago.

Kaolin, Abhang des Morasurco (zwischen Alto del Granizo und Cerro de San Francisco). Weiss, fein, ohne makr. wahrnehmbare Mineralkörner. Ein zusammenhängendes Präparat liess sich nicht herstellen, ein Präparat des Pulvers, welches einzelne Mineralkörner, Quarz und Feldspath zeigte, lieferte keinen Anhalt für Bestimmung des ursprünglichen Gesteins.

XVI. Die Gebirge zwischen dem Rio Guáitara und Ecuador.

Litteraturverzeichnis No. 36, 37, 90, 103, 104.

„Jenseits des Rio Guáitara ist der Raum zwischen den beiden Cordilleren (Ost- und Westcordillere Südcolombias) derart durch vulkanische Ablagerungen ausgeebnet, dass die begrenzenden Höhenzüge sich nur unbedeutend über das zwischen ihnen sich ausdehnende Hochland erheben. Zugleich treten nun die als selbständige Individuen ausgebildeten Vulkanberge auf die Westcordillere über, deren ältere Eruptivmassen sie z. T. bedecken, während ihre Laven in den nach West verlaufenden Thälern bis zu den schwarzen Schiefern der Kreideformation hinabreichen.“[1])

Nur von wenig Orten dieses südlichen Gebietes liegen ältere Gesteine vor, und dann z. T. vereinzelte Proben, welche keinen Einblick in eine ganze Schichtenfolge oder in ein älteres Eruptivsystem gestatten. Nur der Cerro de Gualcalá bot bessere Aufschlüsse.

„Die Gesteine des **Azufral de Túquerres** gehören der eigentümlichen **Grünsteinformation** an, welche die meisten der Vulkane unterbaut. Nur am oberen Teil

1) W. Reiss, Vorwort zu Colombia I dieses Werkes.

des **Cerro de Gualcalá** stehen sie an. Es lassen sich vier Varietäten unterscheiden: 1. eine krystallinische, 2. eine dichte, 3. eine hornsteinartige und 4. eine konglomeratartige. Alle Varietäten sind reich an Eisenkies" (Stübel). Petrographisch sind diese Gualcalágesteine dem Uralitporphyrit und dessen Breccien, einer feinkörnigen Diabasbreccie mit uralitisirem Augit und einem harten, wahrscheinlich kontaktmetamorphen Schiefer (Adinol) zuzuweisen. Der gleiche hornfelsartige metamorphe Schiefer fand sich am Westufer der Laguna verde, eines dem Krater des Azufral de Túquerres eingesenkten grünen Sees. Hier wurde merkwürdigerweise auch ein granathaltiger typischer Eisenglimmerschiefer (Auswürfling?) gesammelt. Uralitporphyrit kommt ebenso am Cumbal vor.

Ein blauschwarzer Thonschiefer vom Cerro Negro in der Quebrada de Mayasquer, welcher mikr. Spuren von Organismen (?) enthält, gehört wahrscheinlich der **Kreide** an.

Zweifelhafte propylitiche Gesteine fehlen auch in diesem südlichen Gebiet nicht, solche sind am Azufral de Túquerres gefunden worden. Unter den jüngsten Ablagerungen spielen vulkanische Tuffe und Sande, von denen Küch bereits eine Anzahl Vorkommnisse erwähnt und beschrieben hat, wiederum eine grosse Rolle. Vulkanische Sande bilden im Grenzgebiet gegen Ecuador mehrere Meter mächtige Schichten, welche zuweilen durch Torfmulm schwarz gefärbt sind und dann Überreste ehemaliger Hochmoore darstellen.

Petrographische Bemerkungen.

(Stübelsche Sammlung No. 881—894, 941—948, Reisssche Sammlung 10 Stück.)

Eisenglimmerschiefer, Azufral de Túquerres, Westufer der Laguna verde, „vulkanischer Auswürfling". Feinkörnig-schuppig, hellgrauviolett, dünnschieferig. U. d. M. besteht das Gestein aus Quarz und Eisenglanz zu etwa gleichen Teilen, stellenweise überwiegt letzteres Mineral (vergl. Taf. VIII, Fig. 2). Der Quarz bildet mehr eckige, manchmal auch rundliche isometrische Körner. Er enthält winzige Flüssigkeitseinschlüsse. Der Hämatit, rotbraun durchsichtig, tritt in unregelmässig gelappten, ausgebuchteten mit Fortsätzen versehenen Gestalten und Aggregaten solcher auf. Die Verteilung und Verbindung der beiden Hauptgemengteile ist auffallend regelmässig, so dass eine ähnliche Struktur entsteht wie im Amphibolit Taf. II, Fig. 1 und in den Augit-Feldspatheinschlüssen im Andesit (Küch, Taf. VII, Fig. 5). In ziemlicher Menge gesellt sich den genannten Mineralien Granat in kaum millimetergrossen rissigen, hier und da von Quarz durchwachsenen Körnern zu. Fetzen von gelbbraunem Glimmer können erst bei genauerer Betrachtung vom Eisenglimmer unterschieden werden.

Uralitporphyrit (No. 881—888), am Cerro de Gualcalá in mehr als 4000 m Höhe anstehend und am Cumbal in Blöcken. Dunkelblauschwarz mit helleren Partien. Dichte, körnig aussehende Grundmasse, in der bis 5 mm grosse dunkelgrüne Krystalle ausgeschieden sind

Andere Proben durch Umwandlung hellgrün. U. d. M. erweisen sich alle diese Porpyrhite als sehr krystallreich, indem neben den makr. erkennbaren Uraliten zahlreiche kleinere Plagioklase vorhanden sind. Die letzteren, schmal und breiter rechteckige Schnitte darbietend, zeigen noch leidliche Frische, nur auf Sprüngen haben sich trübe Substanzen gebildet, Chlorit und Epidot Eingang gefunden. Selten bemerkt man scharfe und durchgehende Zwillingslamellen, viel häufiger sich auskeilende oder unregelmässig schief gestellte Lamellen. Der Augit ist zum grössten Teil in Uralit umgewandelt, häufig mit Erhaltung der äusseren Form und der Verzwillingung. Unversehrter Augit scheint in manchen Präparaten gar nicht vorhanden zu sein, nach einigem Suchen kann man ihn reichlicher entdecken und so mit dem Uralit verknüpft, dass Zweifel an der sekundären Natur des letzteren ausgeschlossen sind. Mancherorts findet man den Augit ganz durch ein Aggregat von Viridit, Epidot und Hornblendenadeln, allein durch Epidot oder durch gewanderte Hornblende oder endlich durch ein feinkörniges Gemenge schwach polarisierender farbloser Körner (Quarz und Feldspath) ersetzt, wobei die ehemaligen Grenzen durch einen Erzsaum bezeichnet werden. Neugebildete, sog. gewanderte Hornblende in Nadeln und breiteren Säulen, die unregelmässig durcheinanderschiessen, hat sich überall reichlich, auf Adern, im Gestein selbst angesiedelt und bildet grössere Nester. Ausserdem kann man hier und da noch eine dritte Hornblendeart wahrnehmen, eine braune kompakte, wie primär aussehende, deren Entstehung zweifelhaft ist. Schmale und breitere, die Gesteine durchziehende Adern werden von Epidot und nadeliger Hornblende ausgefüllt. Die Grundmasse zeigt sehr wechselnde Zusammensetzung und Struktur. Man kann etwa folgende Typen unterscheiden: 1. sehr erzreich, das Erz bildet förmlich zusammenhängende Flächen, welche nur von zerstreuten Feldspathleisten der Grundmasse unterbrochen werden; 2. der feine Feldspathmikrolithenfilz mit wenig schwer erkennbaren grünlichen (Augit?) Mikrolithen wird durch reichlich vorhandene Erzkörner zum grossen Teil verdeckt; 3. Feldspathmikrolithenfilz, reich an uralitisiertem Augit, Erzkörner lose eingestreut oder spärlich vorhanden; 4. die Feldspäthe der Grundmasse sind grösser und mehr quadratisch bis kurz rechteckig (im Durchschnitt), mit ihnen verbinden sich einesteils Erzkörner, andernteils Uralit und neugebildete Hornblende ähnlich wie oben in wechselndem und umgekehrtem Verhältnis. Die Grundmasse kann hier ganz von den beiden letzten Mineralien überwuchert sein. Nur selten beobachtet man in einem Handstück, sogar an einem Präparat, eine einzige Grundmassenausbildung, meist sind mehrere nebeneinander vorhanden und zwar mit scharfer Abgrenzung der verschieden struierten Partien, als ob Brocken verschiedener Gesteine breccien- oder konglomeratartig vereinigt wären. Indessen deuten die Umstände, dass porphyrische Feldspäthe und Uralite zuweilen zwei benachbarten Grundmassenpartien angehören, dass der eine Grundmassentypus ausläufer-, schlieren- oder einschlussartig sich im anderen findet, auf eine ursprüngliche Durchknetung etwas abweichend beschaffener Magmen.

Feinkörnige bis dichte **Diabasbreccien** (No. 890/91) am Cerro Gualcalá anstehend. Sehr feinkörnig, dunkelgraugrün, eine zweite Probe etwas dunkler mit gröberen Partien.

U. d. M. bestehen beide Gesteine aus ziemlich gleichgrossen einzelnen Krystallen und Bruchstücken von Plagioklas und teilweise uralitisiertem Augit. Die Struktur ist diejenige einer sedimentären Breccie bezw. eines Konglomerats. Der Feldspath zeigt sich noch verhältnismässig frisch, der Augit in der einen Probe vollständig in Uralit umgewandelt. Nester gewanderter nadelförmiger Hornblende und Epidot treten im Gestein und in Adern ebenso auf wie in den Porphyriten.

Das zweite, etwas gröbere Gestein enthält viel unversehrten Augit in der oben angedeuteten Weise mit Uralit verbunden, ferner braungelbe kompakte Hornblende, grössere Erzkörner und reichlich Brocken der oben geschilderten Porphyrite von gleicher Grösse wie die Mineralkörner.

Jüngerer Hornblendeporphyrit (Propylit?), El Azufral de Túquerres. KÜCH beschreibt (S. 153) einen epidothaltigen Amphibolandesit, „Block aus den Tuffen der Nord-Quebrada der Laguna verde." Mit diesem hat unser Gestein manches gemein, nur besitzt ersteres vielleicht noch etwas mehr andesitischen Charakter, obwohl bei beiden ein Zweifel an der andesitischen Natur berechtigt ist. An Andesit erinnern die allerdings nur schmalen und lockerkörnigen Magnetitränder um die Hornblende und die Glaseinschlüsse im Feldspath. Porphyritisch dagegen ist die grüne Farbe der Hornblende, vor allem aber die leicht getrübte, mit grünen Zersetzungsprodukten versehene vollkrystalline, mikr. ziemlich grobe und rundlichkörnige Grundmasse, wie sie ein grosser Teil der „Tonalitporphyrite" besitzt. Das Gestein gehört zu den ausgezeichnetsten Vertretern der zweifelhaften, petrographisch zwischen den Andesiten und Porphyriten stehenden Ausbildungen.

Quarzpropylit (?), El Azufral. Heller grünlichgrau, dicht, mit einzelnen grösseren grünlichen glänzenden Feldspäthen und gelblich zersetztem dunklem Mineral. Mikr. besteht keine Ähnlichkeit mit den Uralitporphyriten vom Cerro Gualcalá und Cumbal, sondern mit den „propylitisch zersetzten Andesiten" vom Puracé und Sotará. Während der gänzlich in Calcit und grüne Substanz zersetzte dunkle porphyrische Gemengteil und die sehr feinkörnig getrübte Grundmasse nichts Andesitisches haben, erinnern doch die porphyrischen Feldspäthe stark an junge Gesteine. Obwohl auf Rissen die Trübung und Zersetzung beginnt, haben sie doch im allgemeinen glasiges Aussehen und Glaseinschlüsse sind in manchen, namentlich in den grösseren Durchschnitten sehr reichlich vorhanden, bilden breite Zonen wie in den Andesitfeldspäthen. Von ihnen geht auch die Zersetzung aus. Recht unregelmässig und unscharf begrenzte zahlreiche Quarze und Quarzaggregate sehen meist wie bestäubt aus. Die Natur dieser winzigen Stäubchen konnte nicht sicher festgestellt werden, wahrscheinlich sind es Poren und solche mit Bläschen Flüssigkeitseinschlüsse.

Wegen weitgehender Zersetzung schwer bestimmbar sind die folgenden porphyritischen Gesteine.

Aus einer Mauer von Túquerres, dunkelgrün, kompakt, mit zahlreichen rostigen Druckklüften, reich an Pyrit. Mikr. gröbere Leistengrundmasse mit Chlorit, Einsprenglinge zersetzt.

Geröll aus dem Rio Sapuyes zwischen Túquerres und Sapuyes, missfarbighellgrau und grünlich, erinnert an die Consacágesteine, winzige Pyritkörnchen. Mikr. sehr feinkörnige adiagnostische helle Grundmasse, porphyrischer Feldspath teils getrübt, teils auffallend frisch, Epidot, tiefbräunlichgelber pleochroitischer Apatit.

Hornfelse (No. 889, 892—894), am Cerro de Gualcalá anstehend und am Abhang desselben in losen Blöcken verbreitet. Dicht, hart, hornsteinartig, splitterig brechend, teilweise mit gröberen grünen Schlieren; heller graugrün, grau, blauschwarz, dann den Porphyriten ähnlich, stellenweise gebleicht, gelbbraun, weiss. U. d. M. erblickt man eine helle feinschlammige Thonschiefermasse mit winzigen grünen Schüppchen und Körnchen, zwischen + Nic. ergeben sich noch winzige Mineralsplitter in geringerer oder grösserer Zahl. Andere Proben dagegen sind reich an grösseren Krystallen und Bruchstücken von Plagioklas, Uralit, Epidot, brauner Hornblende. Während die ersteren feine thonige Tuffe der diabasischen Gesteine darstellen, entsprechen diese Krystalltuffen. Grüne Adern, welche alle diese Gesteine besonders zahlreich in mikr. Massstab durchsetzen, werden von Quarz, Epidot und grüner stengeliger Hornblende ausgefüllt.

Die Hornfelse müssen als kontaktmetamorphisch veränderte Thonschiefer und Tuffe diabasischer Gesteine, z. T. der Uralitporphyrite, aufgefasst werden. Freilich sind hier ausser dem

Mangel der Schichtung und der hornfelsartigen Beschaffenheit keine weiteren Wirkungen, namentlich kein Krystallinischwerden und keine besonderen Mineralneubildungen festzustellen.

Letztere beide Wirkungen können dagegen mikr. an einem ganz ähnlichen hornfelsartigen Schiefer vom Westufer der Laguna verde, El Azufral, beobachtet werden. Unbestimmt violettgrau und grau, dicht, feingebändert, hart. Die helle Gesteinsmasse erscheint u. d. M. strukturlos. Wie die Betrachtung zwischen + Nic. ergiebt, ist sie auch noch ausserordentlich feinkörnig adiagnostisch, aber doch gröber, krystalliner als die schlammartige der vorigen und bestimmter rundlichkörnig. Darin liegen massenhaft farblose bis gelbliche und grünliche winzige Säulchen, Nadeln, meist bündelförmig oder radialstrahlig gruppiert und lagenweise angereichert. Ihre Natur ist schwer zu bestimmen, der Auslöschungswinkel scheint klein zu sein, der Lichtbrechung nach können sie der Hornblende angehören. Reichlich sind winzige schwarze Erzkörner verstreut, und stellenweise tauchen Tümpel ebenfalls winziger brauner Glimmerschüppchen auf, welche erst bei stärkerer Vergrösserung als solche deutlich erkannt werden können.

Thonschiefer, Cerro Negro, Quebrada de Mayasquer. Blauschwarz, schwach bituminös. Erst beim Glühen im Kölbchen entwickelt sich ein schwach bituminöser Geruch, auf dem Platinblech geglüht nimmt das blaue Pulver eine gelbbraune Farbe an. Das ursprüngliche Schwarz wird darnach durch Kohle und organische Verbindungen hervorgebracht. Im übrigen besitzt das Gestein die den Thonschiefern eigene einförmige Zusammensetzung und Struktur. Wie organische Reste aussehende merkwürdige mikr. Dinge waren undeutbar.

Andesittuff. Küch (Litt. No. 104) erwähnt und beschreibt Dacittuff von El Boqueron (S. 149), Tuff von der Laguna verde (S. 151/3), Pyroxenandesittuff vom Rio Sapuyes (S. 153), Tuff von Salado caliente (S. 160), Biotitamphiboldacitsand vom Ufer der Laguna verde (S. 161) und weissen, aus Trümmermaterial verkieselten Andesites bestehenden Sand von Túquerres.

Hier möge noch erwähnt werden: von der Loma de Ales ein sehr feiner fester gelblichgrauer, verkohlte Pflanzenreste enthaltender Tuff, welcher mikr. aus sehr gleichmässigen staubartigen schon etwas rostig zersetzten Andesittrümmern besteht, ferner ein andesitischer Sandstein von der Loma de Ales, Guáitaraufer, Weg Bomboná-Ales. Das Gestein ist grau, bröcklich und besteht aus verschiedenen Andesit-, Dacit- und Bimssteinbröckchen mit Vorwiegen heller glasiger Ausbildungen.

Vulkanischer Sand. An verschiedenen Punkten am Weg nach Miraflores mächtige Schichten bildend, besonders in den Quebradas und in der Nähe des Ortes bis 3300 m (No. 941/2). Hellgelblichgrau, gröber (bis etwa 2½ mm) und feiner. — Durch Torfmulm schwarz gefärbter vulkanischer Sand (No. 943) bedeckt die Ebenen und Hügel zwischen den Dörfern Cumbal, Chiles, Ipiales und Guahual und wird stellenweise 2—3 m mächtig. Das Dorf Cumbal liegt auf demselben, dort wurde 1 m unter der Oberfläche ein kleines Stück Knochen gefunden. — Gelb, fein (No. 944) zwischen den Dörfern Cumbal und Chiles sehr verbreitet in 2—3 Fuss mächtigen Schichten unter der oberflächlichen schwarzen Erde. Ähnliche Schichten bedecken den Hügel, an dessen Fuss das Dorf Cumbal liegt, und treten im Thal des Rio Carchi auf. — Sehr fein (No. 946), einen Fuss mächtige Schicht unter der schwarzen Erde am Cerro Camur beim Dorfe Cumbal. — Weiss (No. 947), an der linken Seite des Rio Carchi verbreitet, von schwarzen Schichten unter- und überlagert. Darin am Weg von Cumbal nach Tulcan etwa 30 m über dem Bett des Rio Carchi torfmulmhaltiger, brauner vulkanischer Sand (No. 948) in schmalen Streifen.

Die Sande bestehen nur aus andesitischem und dacitischem Material, aus Körnern und Krystallen von Plagioklas, Hornblende (meist grün), Biotit, Quarz, seltener Augit, alle frisch und reich an Glaseinschlüssen, ferner aus stark glasigen farblosen Dacit- und Bimssteinbröckchen. Bei den gelberen Proben rührt die Farbe von Rostüberzügen auf den Körnern her. Nur eine Probe (No. 946) stellt ein thonig zersetztes vulkanisches Gestein dar, das einzige, welches ausschliesslich Augit enthält und diesen mit den auf S. 38, 115 erwähnten zackigen Enden. Die übrigen scheinen ausgeworfene vulkanische Sande zu sein. — Die schwarzen Proben brennen sich auf dem Platinblech im gewöhnlichen Gasbrenner schnell weiss, im Kölbchen entwickeln sie brenzlichen Geruch und erteilen kochender Kalilauge eine braune Farbe, wir haben es demnach mit braunkohlenartiger Substanz zu thun. U. d. M. bemerkt man neben den gleichen vulkanischen Mineralien und Gesteinsbröckchen sehr reichlich die Kohlenflöckchen, an denen keine organische Struktur mehr zu bemerken ist

Kalksinter (No. 993) von heller, meist gelblichgrauer Farbe und porös wird in der Ebene des Dorfes Chiles oberflächlich durch einen Bach abgesetzt und findet sich in der Caldera de Chiles (3127 m). Sie geben zu keinen weiteren Bemerkungen Veranlassung.

Kieselsinter, Rumichaca in Ecuador, Grenzgebiet gegen Colombia. Die Kalksinter von dem genannten Orte sind bereits in Ecuador I dieses Werkes auf S. 62 beschrieben worden. Eine als „eigentümlicher Kalksinter" bezeichnete Probe beansprucht noch einiges Interesse. Dieselbe hat gelbe Farbe, ist zellig und fein porös. Die Unlöslichkeit in Säure ergiebt sofort, dass kein Kalksinter vorliegt. Das Gesteinspulver löst sich schnell in Flusssäure mit geringem Rest. Das Gestein ist demnach ein Kieselsinter. Merkwürdige Verhältnisse zeigt aber die mikr. Untersuchung. Danach ist dieses Gestein ein durch Kieselsinter verkitteter vulkanischer Staub. Denn das Präparat strotzt von den auf S. 66 erwähnten Glasscherbchen der verschiedensten Gestalt, von Bimssteinzellen und Bimssteinbröckchen. In grösserer Menge sind auch Feldspathsplitter, in geringerer dagegen braune Biotitblättchen vorhanden.

Ein anderer bränlichgelber „Kalksinter" von Rumichaca ist ein durch Kalk verkitteter andesitischer Sand, welcher aus kleinen Körnern der verschiedensten Andesit- und Dacitarten besteht.

XVII. Geologische Übersicht.

In Übereinstimmung mit den Herren Reiss und Stübel wurde von der Anfertigung einer geologischen Karte abgesehen. Eine solche hätte bei der in der Natur der Verhältnisse liegenden Lückenhaftigkeit und teilweisen Unsicherheit der Unterlagen mehr ein Phantasiegebilde werden müssen denn ein Ergebnis empirischer Forschung. Die folgende Übersicht kann sich aus denselben Gründen wesentlich nur auf eine

kurze Zusammenstellung dessen beschränken, was bisher namentlich in den allgemeinen Abschnitten gesagt wurde.

Die Sierra Nevada de Santa Marta wurde oben nur an ihrem Ostrand gestreift, sie ist ausserdem früher von SIEVERS eingehend behandelt worden. Die Ostcordillere, welche in ihrem nördlichen Teil, der sog. Cordillere von Bogotá, hier Gegenstand der Untersuchung war, hat früher durch HETTNER ausführliche Darstellung erfahren. Es bleibt demnach für die Übersicht nur die Mittelcordillere und ihre südliche, aus der Vereinigung der Mittel- und Ostcordillere hervorgegangene Verlängerung, die südcolombianische Ostcordillere übrig.

Die **Mittelcordillere** ist, wenn wir die Breite von Mariquita oder Santa Ana im Magdalenathal im N als Anfang nehmen, bis zur Grenze von Ecuador auf eine Entfernung von etwa 600 km verfolgt worden, der nördliche über 250 km lange, bisher am wenigsten bekannte Teil freilich nur in den ihn begrenzenden Hauptthälern des Rio Magdalena und Cauca in beträchtlicher Entfernung (30—100 km) vom Kamm. Übergänge über die Cordillere fanden an folgenden Punkten statt (von N nach S angeordnet): nördlich von der Mesa nevada de Herveo auf dem Pass La Línea, am Páramo de Moras, an der Cocha und auf dem Weg nach Sebondoy. Der Kamm selbst aber, dem die Vulkanberge aufgesetzt sind, wurde erreicht in den Reisen nach dem Tolima von O, nach dem Huila von O und W, nach dem Puracé und Sotará, nach dem Cerro Petacas, nach dem Tajumbina und dem Páramo de las Animas.

An der Zusammensetzuug der Mittelcordillere beteiligen sich nach dem bisher Bekannten und den oben geschilderten Unterlagen folgende geologische Formationen:

I. **Archäische Gruppe:** Krystalline Schiefer und Massengesteine.
II. **Paläozoische Gruppe:** Sediment- und Massengesteine, dynamo- und kontaktmetamorphe Gesteine (kystalline und halbkystalline Schiefer, alle von nicht weiter bestimmbarem Alter.
III. **Mesozoische Gruppe:** Eruptivgesteine und die Kreideformation.
IV. **Känozoische Gruppe:** Vulkanische Eruptivgesteine, Sedimente.

I. Archäische Gruppe: Krystalline Schiefer. Im Vergleich mit den älteren Massengesteinen und den vulkanischen Gesteinen sind die krystallinen Schiefer nicht eben reichlich vertreten. Wenn wir aber frühere Angaben, namentlich die HUMBOLDTS, hinzunehmen, erkennt man ihre allgemeine Verbreitung in der Mittelcordillere. Wie anderwärts, so ist auch hier die Teilung in Gneiss-, Glimmerschiefer- und Phyllitzone festzustellen mit den charakteristischen Einlagerungen, welche vorwiegend

hornblendehaltigen Schiefern angehören. Ein Teil der krystallinen Schiefer wurde als druckschieferige Massengesteine, ein anderer Teil als kontaktmetamorphe Sedimente (paläozoisch?) erkannt.

Die Gneisse, zu einem beträchtlichen Teile den Orthogneissen Rosenbuschs[1]) d. h. druckschieferigen Massengesteinen angehörend, trifft man ganz vorwiegend in den höchsten Teilen des Gebirges und in dessen tiefsten, dem Kamm naheliegenden Einschnitten, wie im Huilagebiet, im Palothal, in der Umgebung der Cocha und bei Sebondoy.

Während Humboldt und andere mehrfach Urglimmerschiefer erwähnen, ist hier das gänzliche Fehlen der in anderen archäischen Gebieten häufigsten normalen hellen Ausbildung derselben, der Muskovitschiefer als auffallend hervorzuheben. Die häufige Übereinstimmung der Vorkommnisse von Humboldts Glimmerschiefern mit unseren Sericitgesteinen deutet auf eine Identität beider. Die Sericitgesteine können aber ebenso wie der Kalkglimmerschiefer von Toribió nicht als zweifellose Glieder der Glimmerschieferformation angesehen werden. Vielmehr scheinen sie der Phyllitformation nahe zu stehen, z. T. dieser selbst, z. T. auch wie anderwärts den unteren metamorphen paläozoischen Schichten anzugehören. Dafür sprechen namentlich die Verhältnisse an der Westseite nördlich von Popayan. Während typische Phyllite seltener anzuführen waren, kommt den Sericitgesteinen, wie auch die Häufigkeit ihrer Trümmer in den Sedimentgesteinen beweist, eine grosse oberflächliche Verbreitung zu. Scheinbar vereinzelt ist das Vorkommen im N zwischen Líbano und Lérida auf der Ostseite, bei Frailes auf der Westseite. Dagegen sind sie in langem Zuge vom Huilagebiet, vom Palothal an über Popayan, das Sotaráthal bis nach Pasto zu verfolgen, zum grössten Teil in vollständiger Übereinstimmung der Vorkommnisse mit den von Humboldt mitgeteilten. Dabei kann häufig die Nachbarschaft einerseits von typischen Phylliten, andererseits von halbkrystallinen und sedimentären Thonschiefern festgestellt werden, also eine Schichtenfolge, wie wir sie genau so aus anderen oberen archäischen und unteren paläozoischen Gebieten kennen. Ein Teil der Sericitgesteine trägt deutlich druckschieferigen Charakter.

Hornblendeschiefer verschiedener Zusammensetzung sind in dem Gebiet ganz allgemein verbreitet. Über ihr geologisches Auftreten ist im einzelnen nichts bekannt. Grössere geologische Wichtigkeit scheinen sie im oberen Combeimathal zu haben, indem sie sich wesentlich an der Zusammensetzung der Unterlage des Tolima beteiligen. Ihre petrographische Beschaffenheit entspricht teilweise den unteren und

1) Gesteinslehre 1898, 467.

mittleren archäischen Schichten, wenn man andere Gebiete zum Vergleich heranzieht, in anderen Fällen den oberen archäischen und unteren metamorphen paläozoischen Horizonten (Grünschiefer). Manche Vorkommnisse tragen die Wirkungen des Gebirgsdruckes deutlich an sich.

II. Paläozoische Gruppe. Im Laufe der Einzelbetrachtungen wurde wiederholt erwähnt, dass HUMBOLDT Übergangsgesteine in Colombia annimmt. Seitdem sind dieselben aber fast vollständig aus der Litteratur verschwunden. Sie fehlen auf der Karte von FOETTERLE, KARSTEN und STEINMANN, auch im Text werden sie nicht mehr erwähnt. Nur der südliche Ausläufer der Ostcordillere besteht nach Codazzi (siehe oben S. 199) aus Übergangsbildungen und MARCOU spricht (nach KARSTEN) von einem Silurgebiet im NW von Antioquia. Dagegen ist der Verfasser überzeugt, dass paläozoische Bildungen reichlich in Colombia vorhanden sind, ebenso wie in südlicheren Gebieten der Cordillere.[1] Ein Teil der krystallinen Schiefer und der kontaktmetamorphen Gesteine, die halbkrystallinen Schiefer und ein ganz beträchtlicher Teil der älteren Massengesteine dürften dazu zu rechnen sein. Die paläozischen Schichten scheinen sich, soweit aus den Unterlagen erkannt werden kann, auf beiden Seiten der Cordillere, namentlich auf der Westseite, an die krystallinen Centralgesteine anzulegen. Vor allem aber ist die zwischen Pasto und Patía ausgezeichnet entwickelte Schichtenreihe von Thonschiefern, Tuffen, Schalsteinen und basischen Eruptivgesteinen, welche das Grundgebirge des Vulkans von Pasto bildet, wegen ihrer vollkommenen Übereinstimmung mit paläozoischen Schichtensystemen an zahlreichen anderen Orten der Erde zunächst als paläozoisch anzusprechen. Das bisherige Fehlen von Versteinerungen in dem colombianischen Vorkommen kann um so weniger als Beweis gegen diese Annahme angesehen werden, als der gleiche Fossilienmangel gerade in diesen Schichten auch anderwärts beobachtet wird und irgendwelche stichhaltige, auf die Lagerungsverhältnisse gegründete Einwände bisher nicht vorliegen. In Bezug auf den Mangel organischer Reste sei nur an die Alpen und an den Ostflügel des sächsischen Erzgebirges erinnert. In dem zuletzt erwähnten, schon seit länger als einem halben Jahrhundert unter unendliche Male günstigeren Bodenverhältnissen eingehend studierten und abgesuchten Silurgebiet sind erst spät ganz spärliche und schlechte Graptolithenreste als einzige Versteinerungen gefunden worden.

Ältere Massengesteine von I—III. In grosser Zahl und Mannigfaltigkeit sind die älteren Massengesteine aus dem ganzen Gebiet vertreten. Wir lernten Granite, Syenite, Diorite, Diabase mit den entsprechenden porphyrischen Aus-

1) Siehe BERGHAUS' Physikalischer Atlas u. s. w.

bildungen, ferner Pikrit, Serpentin und Gabbro (?) kennen. Mit Ausnahme eines Teiles der Diorit-, vielleicht auch der Diabasporphyrite haben alle diese Gesteine Aussehen und Eigenschaften, welche durchaus in den Rahmen eines aus archäischen krystallinen Schiefern und paläozoischen Bildungen bestehenden Gebirges passen.

Granite von wechselnder Zusammensetzung, auffallend häufig mit Übergängen zu Syenit und Diorit, örtlich durch diese vertreten und geologisch wohl innig mit ihnen verbunden, bilden wahrscheinlich Massive, Stöcke und Gänge in den höchsten Teilen des Gebirges wie am Huila, zwischen dem Rio Magdalena und Rio Paez, im Patascoigebirge und bei Sebondoy, sie ragen, die letzten Ausläufer des Gebirges bildend, kuppenförmig aus den jungen Thalbildungen heraus wie zwischen Mariquita und Ibagué.

Quarzporphyre ebenfalls in wechselnder Ausbildung erstrecken sich fast über das ganze Gebiet auf beiden Seiten der Cordillere, spielen mit älterem Aussehen, häufig von Tuffen und Breccien begleitet, im oberen Magdalena- und Paezthal eine grössere Rolle und sind auf der Westseite der Cordillere auf grosse Entfernungen, von Cali und Jamundí am Rio Cauca über Popayan, Coconuco, den Sotará bis nach Pasto zu verfolgen. Über ihr Alter und die Art ihres geologischen Auftretens ist nichts bekannt. Es ist möglich, dass sie in dem letztgenannten Gebiet, wo sie von Žujović für jung gehalten wurden und wo sie durch einige Übergänge mit den Dioritporphyriten vom Tonalittypus verbunden sind, eine ähnliche Rolle wie diese spielen, nämlich ältere und jüngere (vortertiäre) Vertreter haben. Glasige Ausbildungen der Quarzporphyre sind bis jetzt unbekannt.

Bei den Dioritporphyriten besteht ein merkwürdiger Gegensatz zwischen den Vorkommnissen auf der Ostseite der Cordillere im oberen Magdalenathal einerseits und denen auf der Westseite vom oberen Caucathal an bis zur Grenze von Ecuador andererseits. Während die ersten bis zum Rio Paez bei Huila älteren normalen Charakter haben, wurden die zahlreichen Vorkommnisse von Bugalagrande im Caucathal bis Ecuador auf Grund eigentümlicher von jenen abweichender Eigenschaften unter der Bezeichnung Dioritporphyrite vom Tonalittypus zusammengefasst. Sie scheinen den „basischen Effusivgesteinen (vom Grünsteintypus)“ zu entsprechen, deren Hauptverbreitungsgebiet nach Steinmann[1]) auf dem westlichen Abhang der südamerikanischen Cordillere zwischen 38° s. Br. und dem Äquator liegt, welche im mittleren Argentinien, in Nordperú und Ecuador auch auf die Ostseite des Gebirges übertreten und von der rhätischen Zeit bis in die mittlere Kreide reichen.

1) Berghaus' Physikalischer Atlas, Text zu Karte 14, S. 7.

Während sie sich nach STEINMANN bis zum Caraibischen Meer fortzusetzen scheinen, sind dem Verfasser derartige Gesteine aus der Sierra Nevada de Santa Marta, aus Venezuela und Westindien, soweit ihm Material von dort vorlag, nicht bekannt geworden. Petrographisch scheinen aber zwischen den colombianischen (wahrscheinlich auch ecuatorianischen) Gesteinen dieser Art und den südlicheren Vorkommnissen insofern Unterschiede zu bestehen, als sie hier nach STEINMANN zwischen Melaphyren und Olivindiabasen einerseits und Porphyriten andererseits stehen, während die colombianischen Gesteine dioritporphyritischen Charakter tragen. Denn dafür, dass die Diabase, Diabasporphyrite und die wenigen Melaphyre des Caucathales hierher gehörten, liegt kein Anhalt vor. Allerdings deuten die Pyroxenpropylite (oder Porphyrite) auch auf eine Fortsetzung der basischen Gesteine in jüngere Perioden.

Körnige Diabase sind nach dem vorliegenden Material auf die Westseite beschränkt und durch einzelne Vorkommnisse vom N bis zum S vertreten. An dem Aufbau des Gebirges zwischen Pasto und dem Rio Patía nehmen sie mit Sedimenten wesentlichen Anteil. Sie wurden hier für paläozoisch gehalten. Ihre Vergesellschaftung mit Tuffen und Breccien beweist, dass sie ebenso wie ein Teil der Porphyrite Ergussgesteine darstellen, dass sie sich wahrscheinlich deckenförmig in den älteren Formationen ausgebreitet haben. Ihr Aussehen ist durchgehends alt.

Diabasporphyrite in der ausgezeichneten Ausbildung des Porfido verde antico sind im ganzen oberen Magdalenathal verbreitet, auf der Westseite konnten Diabasporphyrite zwischen Popayan und Pasto, im Grundgebirge des Vulkans von Pasto festgestellt und bis zum Cerro Gualcalá verfolgt werden. Wie die Diabase besitzen sie altes Aussehen, sehr häufig uralitisierten Augit und wie auch anderwärts die häufigsten und stärksten Spuren des Gebirgsdruckes zum Unterschied von den jüngeren Dioritporphyriten. An das Vorkommen dieser basischen Gesteine sind auch auf der Westseite einzelne Pikrite gebunden, welche durch Zersetzung in Serpentin übergehen.

Eine merkwürdige Rolle spielt der Gabbro. Einmal ist er in allen erwähnten Vorkommnissen schon stark verändert, z. T. so, dass die Bestimmung der betreffenden Gesteine unsicher gelassen werden musste. Andererseits trägt sein vereinzeltes Auftreten (Santa Marta im N, Santa Rosa de Cabal und Quebrada Overo im Caucathal und am Sotará im S) jenes Sprunghafte an sich, das ihn auch anderwärts auszeichnet.

III. Mesozoische Gruppe. Als versteinerungsführend ist bisher nur die **Kreide** nachgwiesen. Die Angaben über das Vorkommen von Jura haben sich als Irrtümer

herausgestellt. Petrographisch besteht die Kreide wie in der Cordillere von Bogotá aus Quarz- und Konglomeratsandsteinen, Thonschiefern, bituminösen Kalken, und charakteristisch ist das häufige Vorkommen von schwarzen harten kieselschieferartigen Gesteinen mit mikr. Foraminiferen, welche überhaupt ganz allgemein in den kretaceischen Sedimenten verbreitet sind. Häufig ist die Unterscheidung der letzteren von jüngeren Bildungen unsicher. Orte, von denen hier Kreideschichten angeführt wurden, sind: das Magdalenathal zwischen Ibagué und dem Rio Coello, südlich vom Huila am Cerro de San Franzisco und das Thal von Inza, die Höhe Cimarronas bei La Plata, die Gegend von La Plata, der Cerro Pelado, das Gebiet zwischen Popayan und Pasto mit unsicherer Abgrenzung gegen känozoische Schichten, in den südöstlichen Gebieten Sebondoy (Geröll) mit Versteinerungen und endlich die Quebrada de Mayasquer am Cerro Negro.

Das wahrscheinliche Vorhandensein von **mesozoischen Eruptivgesteinen** wurde bereits oben im Anschluss an die älteren Massengesteine erwähnt. Beobachtungen, welche die Lagerungs- und Altersverhältnisse jener zu den mesozoischen Sedimentformationen beurteilen lassen, liegen aus Colombia noch nicht vor. Aus den petrographischen Eigenschaften der betreffenden Gesteine, aus dem Vorhandensein zahlreicher Übergänge von Porphyrit durch propylitische Ausbildungen zu Andesiten und Daciten wurde die Möglichkeit abgeleitet, dass die Eruptionen nicht bloss, wie Steinmann für südlichere Gegenden erwähnt, bis in die mittlere Kreide gedauert, sondern sich bis ins Tertiär fortgesetzt haben.

Dynamometamorphe Erscheinungen. Wie in einem so grossen Faltengebirge, dessen Schichten nach Karsten und Hettner bis zu 45° und mehr aufgerichtet sind, nicht anders zu erwarten ist, zeigen dynamometamorphe Erscheinungen eine ganz allgemeine Verbreitung. Sie äussern sich einmal mehr in chemischen und den ursprünglichen Mineralbestand der Gesteine verändernden Wirkungen ohne eigentliche oder deutliche mechanische Zertrümmerung (Tiefenwirkung, chemische Druckauslösung), andererseits vorwiegend in mechanischer Zertrümmerung, die von grösseren oder kleineren chemischen Umsetzungen begleitet sein kann (Oberflächenwirkung, mechanische und gemischte Druckauslösung). Die erste schwerer zu beurteilende Wirkung, welche sich an Gesteinen zeigt, die äusserlich das Aussehen normaler krystalliner Schiefer haben, könnte man auch, wie es thatsächlich vielfach geschah und geschieht, auf flussartige Erscheinungen bei einer primären Entstehung der krystallinen Schiefer zurückführen. Dazu gehören z. B. die „Amphibolite“ des Combeimathales und der Gneiss des Palothales (S. 121). Die mechanischen Druckveränderungen finden

wir an fast allen älteren Gesteinen unseres Gebietes ausserordentlich häufig und weit verbreitet, besonders an den Graniten, Sericitschiefern und diabasischen Gesteinen. Orte starken Druckes sind das Huila- und Patascoigebiet und das Gebirge zwischen Pasto und dem Rio Patía.

Die Ergebnisse der **Kontaktmetamorphose** sind vereinzelt und weiter zerstreut. Wir lernten den ausgezeichneten Chiastolithschiefer aus dem Rio Magdalena bei Magangué, die mineralhaltigen krystallinen Kalke und Granatgesteine vom Rio Coello und Rio Luisa, den Kalkgranathornfels aus dem Paezthal bei La Topa, den Biotithornfels von der Teta bei Ensolvado, die Hornfelse aus dem Sotaráthal, aus dem Rio Patía, vom Cerro de Gualcalá und von der Laguna verde, den Andalusitschiefer von Sebondoy kennen. Welche Eruptivgesteine die Kontaktmetamorphose hervorgebracht und welches Alter den veränderten Gesteinen zukommt, dafür ist so gut wie kein Anhalt vorhanden. Von dem Chiastolithschiefer kennen wir nicht einmal den Ursprungsort. Im Paezthale ging die Metamorphose vielleicht von dem dort herrschenden Diorit aus. Der mit dem Biotithornfels an der Teta von Ensolvado vorkommende Quarzdioritporphyrit vom Tonalittypus dürfte mit dem ersten nach der gedachten Richtung kaum in Verbindung zu bringen sein. Dagegen sind die Hornfelse (Adinol) vom Sotará, aus dem Rio Patía, vom Cerro de Gualcalá und vom Azufral de Túquerres vielleicht durch diabasische Gesteine erzeugte Kontaktprodukte. Die Hornfelse der Teta, des Sotará und Rio Patía liegen im Bereich der phyllitischen, sericitischen und als paläozoisch angesprochenen Zone, ein gleiches Alter dürfte auch dem Chiastolithschiefer zukommen.

Cordillerenübergänge. Für die Beurteilung der Zusammensetzung der Cordillere haben die Beobachtungen auf den Übergängen besonderen Wert. Hettner[1]) fand beim Übergang am Páramo de Herveo von O nach W folgende Formationen: Krystalline Gesteine (Granit, Gneiss, krystalline Schiefer) — Piconaschichten, kretaceisch(?), ohne Versteinerungen — krystalline Schiefer und Eruptivgesteine — Kreide? — krystalline Schiefer und Eruptivgesteine. Aus der angeblichen Wechsellagerung krystalliner und zweifelhafter kretaceischer Zonen ist Hettner geneigt, deren Gleichaltrigkeit abzuleiten. Der hier beschriebene Übergang auf dem Pass La Línea lieferte ältere Eruptivgesteine, krystalline und halbkrystalline Schiefer und Thonschiefer, welche für paläozoisch gehalten wurden. Humboldt, Schmarda und Boussingault erwähnen vom Quindiupass Granit, krystalline Schiefer und glimmerreichen Thonschiefer. Und den gleichen Gesteinen begegnen wir an den anderen Übergängen

1) Litt. No. 108, S. 208—315.

am Huila, am Páramo de Moras, nach der Cocha und nach Sebondoy, der Kreide nur am Cerro de San Francisco südlich vom Huila und bei Sebondoy (als Geröllen), in vielen Fällen mit organischen Resten und mit ganz anderer petrographischer Zusammensetznng als es die hier für paläozoisch gehaltenen Schichten zeigen.

IV. Kanäozoische Gruppe. Unter den kanäozoischen Bildungen Colombias haben die Andesite und Dacite das grösste Interesse in Anspruch genommen, dagegen scheint seit Humboldt die innige Verbindung, welche zwischen diesen und den vortertiären Eruptivgesteinen besteht, wenig beachtet worden zu sein. Die vorausgegangenen Darstellungen machten es wahrscheinlich, dass auch während der Kreidezeit Eruptionen erfolgten und dass Propylite im Sinne Zirkels den Übergang von jenen zu den Andesiten und Daciten vermitteln. Freilich fehlte zur sicheren Aufstellung geologisch selbständiger Propylite ein einwandfreier Altersbeweis. Ausserdem war petrographisch die Abgrenzung der Propylite den jüngeren Porphyriten und den in gewisser Weise zersetzten Andesiten gegenüber schwer oder unmöglich, so dass die Propylitfrage für Colombia zwar angeregt, aber offen gelassen werden musste. Orte, von denen problematische Gesteine, wie propylitisch zersetzte Andesite, Propylite und diesen beiden ähnliche Porphyrite angeführt wurden, sind: der Berg Pusná beim Dorfe Puracé, der Sotará, die Caldera des Vulkans von Pasto, der Cerro Juanoi (?) (Geröll im Rio Aponte) und der Azufral de Túquerres.

Die allgemeine Verbreitung von Sedimenten, die aus andesitischem und dacitischem Material bestehen, ergiebt sich natürlich aus dem Vorhandensein zahlreicher Vulkane in der Mittelcordillere. Von besonderem Interesse ist aber, dass vulkanische Auswurfsmassen in Form von Sand, Asche und Staub einen hervorragenden Anteil an der Bildung der jüngsten Schichten nehmen. Viele Meter mächtige Schichten, welche zuweilen wie in den südlichen Grenzgebieten gegen Ecuador durch Torfmulm schwarz gefärbt oder schwarz gebändert erscheinen, werden ganz allein aus feinerem vulkanischem Material zusammengesetzt. Die feinsten Auswurfsmassen, sog. vulkanischer Staub, sind weit verweht worden und konnten unter anderem in der Cordillere von Bogotá, wo bisher keinerlei vulkanische Produkte bekannt waren, in dem Bohrloch der Savanne von Bogotá in 56 m Tiefe, 1,52 m mächtig, 140 km vom nächsten bekannten Vulkan (Tolima) entfernt und oberflächlich bei der Villa de Leiva, 200 km vom nächsten Vulkan entfernt, nachgewiesen werden. Es ergeben sich so ähnliche Verhältnisse wie in den westlichen Staaten Nordamerikas. Nach der Zusammenstellung von Russell[1]) werden grosse Gebiete in den Staaten Montana, Süd-Dakota, Nebraska und Kansas von vulkanischem Staub bedeckt, in Alaska und Canada

1) J. C. Russell, Volcanoes of North America. 1897. S. 284—289.

eine Fläche von 52,280 Quadratmeilen, am Nordostrand wenige Zoll, am Südwestrand 75 bis 100 Fuss dick (englische Maasse).

Aus dem oben Gesagten ergiebt sich, dass der Verfasser durchaus nicht der HETTNERschen Ansicht über das Alter der Gesteine, welche die Mittelcordillere zusammensetzen, besonders der krystallinen Schiefer und älteren Massengesteine beistimmen kann. HETTNER[1]) fasst seine, in den nördlichen Teilen unseres Gebietes gemachten Beobachtungen folgendermassen zusammen:

„Die Centralcordillere besteht grösstenteils aus Gneiss und krystallinischen Schiefern, Granit und anderen krystallinischen Massengesteinen und gewöhnlichen Sedimentärgesteinen, welche wahrscheinlich sämtlich oder grossenteils der Kreideformation angehören. . . . Man könnte geneigt sein, aus dem häufigen Wechsel krystallinischer und sedimentärer Zonen westlich des Hauptkammes auf Längsbrüche zu schliessen, aber für diesen Wechsel bieten sich auch zwei andere Möglichkeiten der Erklärung dar. Es ist nicht ausgeschlossen, dass er auf einer komplizierten Faltung beruht, und es ist möglich, dass die krystallinischen Schiefer und die gewöhnlichen Sedimentärgesteine verschiedenartige Ausbildungen desselben geologischen Horizontes sind, dass also ihr Wechsel überhaupt keine tektonischen Störungen voraussetzt. Es ist bisher keinerlei positiver Beweis für das archäische Alter der krystallinischen Schiefer geliefert, im Gegenteil hat es, wenigstens westlich des Hauptkammes, vielfach den Anschein, als ob dieselben allmählich in die Kreideschichten übergingen. . . . Die sie durchsetzenden Eruptivgesteine würden mit den Andengesteinen STELZNERS zu parallelisieren sein."

Ob HETTNER, wenn er im Eingang seiner Betrachtungen ganz allgemein von dem Bau der colombianischen Centralcordillere spricht, seine Ansicht auf diese in ihrer ganzen Ausdehnung überträgt, ist nicht klar ausgesprochen. Bei der vollständigen Gleichheit der krystallinen und halbkrystallinen Schiefer, der älteren Sediment- und Massengesteine in dem HETTNERschen und in dem übrigen hier behandelten Gebiet[2]) könnte oder müsste man dies thun. Danach bestünde die ganze colombianische Mittelcordillere aus nichts als Kreideschichten nebst den aufgelagerten tertiären und quartären Bildungen. Die Ungeheuerlichkeit dieser Annahme tritt am besten hervor, wenn man sich vergegenwärtigt, welch' bunte Mannigfaltigkeit von Gesteinen dieses über 600 km lange (soweit hier behandelt) und bis 110 km breite Gebirge zusammensetzt. Bevor man die Gesamtheit der in Betracht kommenden Bildungen, bei denen man schon petrographisch bis zu einem gewissen Grade die Altersunterschiede deutlich erkennen kann, in Kreide verwandelt, müssen sichere und einwandsfreie örtliche Beweise beigebracht werden, was bisher nicht geschehen ist.

1) Litt. No. 108, S. 213—215.
2) Nach DEGENHARD (Litt. No. 48) bestehen die gleichen Verhältnisse auch im nördlichsten Teil der Cordillere.

XVIII. Panamá.

Litteratur.

HOPKINS, E., *Sur la constitution géologique de l'isthme de Panama. Bull. soc. géol. de la France sér. 2, t. V, 1848, p. 48/49.*

Isthums of Panama, a new map of Central America, showing the different lines of Atlantic and Pacific communication. Published by J. DISTURNEL, *New York 1850.* (Nach Marcou.)

TAYLOR, R. C., *Substance of notes made during a geological reconnaissance in the auriferous porphyry region next the Caribbean Sea. Journ. Acad. Nat. Sciences Philad.* 2[d] *series, vol. II, article IX, p. 184, pl. X. 1850—1854. pl. X a map of the Rio Palenque, R. Escribanos, R. Valencia and Rio del Rey, in the auriferous porphyry region of the Province of Veragues and Isthmus of Panama. 1852.*

Notes sur la géologie de l'isthme de Panama, recueillies par feu F. DE BOUCHEPORN, *et coordonnées par* M. V. RAULIN. *Bull. soc. géol. France 1858, 2. sér., t. 15, 642—664.*

Die Ergebnisse der Chiriqui-Expedition. 1860. PETERM. *Mitt. 1861, 152—154.*

WAGNER, M., *Beiträge zu einer physisch-geogr. Skizze des Isthmus von Panama.* PETERM. *Mitt. Erg.-Bd. I, Heft 5. 1861. Mit ausführl. geol. Bem. und 1 topogr. Karte. Ausführl. geol. Profil in Worten S. 8—20.*

— *Eine Reise in das Innere der Landenge von San Blas und der Cordillere von Chepo in der Provinz Panama.* PETERM. *Mitt. 1862, 128—141. Mit 1 orogr. Karte Taf. 7.*

— *Über einige wenig bekannte Vulkane im trop. Amerika.* PETERM. *Mitt. 1862, 408—420.*

— *Die Provinz Chiriqui (West-Veragua) in Mittel-Amerika.* PETERM. *Mitth. 1863, 16—24. Mit 1 orogr. Karte, Taf. 2.* (Enthält sehr wenige geol. Bem.)

— *Physisch-geogr. Skizze der Provinz Chiriqui in Mittel-Amerika.* PETERM. *Mitt. 1863, 281—299. Geol. 289—291.*

— *Naturwissenschaftliche Reisen im tropischen Amerika. 1870.*

— *Über die Naturverhältnisse der verschiedenen Linien, welche für einen Durchstich des central-amerikanischen Isthmus in Vorschlag gebracht sind. Abh. k. bayr. Ak. W. math.-phys. kl. X, 3, 1870, 1—61.*

PUYDT, L. DE, *Account of scientific exploration in the isthmus of Darien in the years 1861 and 1865. Journ. R. Geogr. Soc. London XXXVIII, 1868, 69—110.* (Naturhistorische Notizen dilettantenhaft, PETERM. Mitt.)

— *Explorations in the Isthmus of Darien. Proc. of the R. Geogr. Soc. XII, 1868 No. II, 63—72, 134—136.*

LÉVY, P., *Le système volcanique de l'Isthme américain. L'Exploration 1879, No. 154, 1 p. 97—101.*

BOUTAU, E., *Note sur la constitution géologique de l'Isthme de Panama au point de vue de l'exécution du canal interocéanique. Annales des mines 1880, No. 4.*

RECLUS, A., *Panama et Darien, voyages d'exploration. Paris 1881. 60 gravures et 4 cartes.*

— *Explorations aux isthmes de Panama et de Darien. Le Tour du monde XXXIX, 1881, 321—400; XL, 241—288.*

GÜMBEL, C. W., *Nachträge zu den Mittheilungen über die Wassersteine von Uruguay und über einige süd- und mittelamerikanische sog. Andesite. Sitz.-Ber. k. bayr. Ak. W. 1881, 355, 358 ff.*

BLEICHER, M., *Roches provenant du percement de l'isthme de Panama. Bull. soc. sc. Nan^cy. Sér. II, t. VI, fasc. XVI, séance 16. juin 1883, p. XXV—XXVI. 1884.*

MANO, CH., *Observations géologiques sur le passage des Cordillères par l'isthme de Panama. Compt. rend.* **99** *1884, 573/74.*

SUPAN, A., *Der Panama-Kanal.* PETERM. *Mitt. 1885, XXXI, 209—211.* (Mit kurz. geol. Bem., 1 topogr. Karte Taf. 10.)

KARSTEN, H., *Géologie de l'ancienne Colombie etc. Berlin 1886, S. 34/35.*

FOUQUÉ, F., *Sur la roche du monticule de Gamboa, rapportée par* M. DE LESSEPS. *Compt. rend.* **102** *1886, 793.*

DOUVILLÉ, H., *Sur l'âge des couches traversées par le canal de Panama. Compt. rend. 1891, 497—499. Dass. nach dem Ber. N. J. f. M. 1899, II, 306 in Compt. rend. séanc. soc. géol. France 1898, No. 18, 127.*

ROSENBUSCH, H., *Mikr. Physiographie der massigen Gesteine. 1896, 900, 905.*

HILL, *The geological history of the Isthmus of Panama and portions of Costa Rica. Bull. Mus. Comp. Zoology at Harvard College. 1898, XXVIII, No. 5, S. 149—285. Ber.* PETERM. *Mitt. 1898, Litt. 200.*

Darin: W. H. DALL, *Report on the paleontology of the collection 271—275;* J. W. VOUGHAN, *Report on the fossil Corals collected 275*; J. E. WOLFF, *Preliminary description of the specimens of igneous rocks in the collection 276—281.*

Da das Auffinden der Litteratur häufig nur vom Zufall abhängt, so muss dahingestellt bleiben, ob das obige Verzeichnis der Vollständigkeit einigermassen nahekommt. Eine Litteraturzusammenstellung war aber um so nötiger, als die neueste ausführliche Darstellung der Geologie des Isthmus von Panamá von HILL die allermeisten früheren Arbeiten unerwähnt und unberücksichtigt lässt. Bereits im Jahre 1850 machte BOUCHEPORN die geologischen Voruntersuchungen für die 1855 erbaute Eisenbahn Colon-Panamá. Später hat WAGNER eine ganze Reihe von Arbeiten über den Isthmus von Panamá, darunter auch ein sehr ausführliches Profil (in Worten) geliefert. Die neueste Darstellung von HILL, zu welcher eine Reihe von Forschern die Einzeluntersuchungen ausgeführt hat, macht ein Eingehen auf die Geologie des Isthmus von Panamá hier unnötig. Es muss auf diese, mit zahlreichen Karten, Profilen, Ansichten und Skizzen versehene Arbeit verwiesen werden.

Merkwürdig ist aber bei dem grossen Interesse, welches begreiflicherweise dem Isthmus von Panamá und seiner Geologie zugewendet worden ist, der Umstand, dass bis 1898 neuere petrographische Untersuchungen der Panamágesteine verhältnismässig spärlich vorliegen, so spärlich, dass der Verfasser fürchten musste, es sei ihm das Wesentlichste entgangen. GÜMBEL beschreibt eine kleine Anzahl und FOUQUÉ ein einziges von LESSEPS mitgebrachtes Stück, einen Pyroxenandesit. Eine umfangreichere

Darstellung ist dagegen von Wolff zu erwarten, welcher in Hills Arbeit eine vorläufige kurze Aufzählung der Panamágesteine gegeben hat. Eine kleine Anzahl hier zur Verfügung stehender Gesteine von Inseln im Golf von Panamá und von der Landenge mag unten kurz behandelt werden. Bei ihnen wiederholt sich dasselbe, was bei fast allen Beschreibungen von Panamágesteinen auffällt, die Schwierigkeit oder Unmöglichkeit nämlich, wegen starker Zersetzung Natur und Alter der Gesteine zu bestimmen.

Petrographische Bemerkungen.

(Stübel'sche Sammlung No. 1046—1066).

Die Insel El Morro.

Die Insel El Morro im Golf von Panamá, welche bei Ebbe mit der Insel Taboga zusammenhängt, besteht (nach Stübel) aus Tuffschichten. Die zur Verfügung stehenden Gesteine sind so stark zersetzt, dass eine Bestimmung ohne weiteren Anhalt unmöglich ist.

Zersetzter Andesit? (No. 1048), hell bläulichgrau, thonsteinartig. Die mikr. Untersuchung ergiebt, dass die sehr feinkörnige Grundmasse ausser massenhaften Erzkörnchen und grünzersetzten Mikrolithen wahrscheinlich noch aus Feldspathleistchen bestanden hat, die nicht mehr deutlich zu erkennen sind. Zahlreiche kleine Quarztümpel müssen als sekundär angesehen werden. Als Einsprenglinge sind nur Viriditpseudomorphosen mit lang und kürzer rechteckigen Durchschnitten vorhanden.

Nicht weiter deutbar sind stark zersetzte buntgefleckte porphyritisch struierte Gesteine und ein gleiches gelbgefärbtes, welches den oberen Teil der Insel bildet. Die zahlreich vorhandenen porphyrischen Feldspäthe zeigen sich schon weit in Calcit, Glimmer und Epidot verwandelt.

Tuff (No. 1047) mit erbsen- und haselnussgrossen verschiedenfarbigen Brocken. Letztere sind entweder sehr erzreich oder erzarm, zeigen undeutlichen Mikrolithenfilz und sind nicht weiter bestimmbar.

Die Insel Taboga.

„Die Insel Taboga scheint ganz aus einem quarzitähnlichen Gestein zu bestehen, das vom Paso del Obispo (No. 1052) vorliegt. Es ist zum Teil vollkommen geschichtet, zum Teil ohne deutliche Schichtung breccienartig“ (Stübel). Das Gestein ist hell weissgrau, hart, scheinbar durch herausgewitterte Bestandteile porös, feinkörnig. U. d. M. stellt es ein ziemlich grobes, allotriomorphkörniges Quarzaggregat dar, dem kleine Fetzen, Körner und Kryställchen von blassem Epidot eingestreut sind. Beide Mineralien erscheinen durch Poren und Flüssigkeitseinschlüsse wie bestäubt. Tümpel von braunkörniger Substanz gleichen Zersetzungsprodukten von dunklen Silikaten. Vielleicht haben wir ein durch energische Einflüsse ganz umgewandeltes Gestein vor uns, wie solche ähnlich in der Cordillere vorkommen (vgl. S. 96, 117, 174).

Eine **Sand**probe (No. 1051) vom Meeresstrand zwischen den Inseln El Morro und Taboga enthält neben vorwiegendem Magnet- und Titaneisen besonders noch Kalkbröckchen und viel Epidot.

Insel Flamengo.

Quarzaugittrachyt (Rhyolith?, No. 1046). Daraus scheint die ganze Insel zu bestehen. Hellgrau, dicht, kompakt, wenig hervortretende zahlreiche blitzende weisse Feldspäthe und kleine schwarze Körner sichtbar, kein porphyrischer Quarz. U. d. M. ist die Grundmasse vollkrystallin und ziemlich grob. Sie besteht aus leistenförmigen, kreuz und quer liegenden, unverzwillingten oder einfach gestreiften Feldspäthen und xenomorphem lückenausfüllendem Quarz, welcher häufig vom ersten poikilitisch durchwachsen wird. Porphyrischer Quarz fehlt auch u. d. M. Die Feldspatheinsprenglinge sind einfacher oder nach dem Karlsbader Gesetz verzwillingter Sanidin und verhältnismässig viel Plagioklas. An letzterem bemerkt man die bei den Dioritporphyriten vom Tonalittypus erwähnte Um- und Durchwachsung einer anderen Feldspathsubstanz. Der dunkle, nicht reichlich vorhandene Gemengteil ist monokliner, häufig verzwillingter Augit. Er wird hellgrünlich und -gelblich durchsichtig und zeigt zuweilen geringen Pleochroismus. In manchen Schliffen ist er frisch, in anderen von demselben Handstück in feinfaserigen Bastit zersetzt. Der frische Augit enthält vereinzelte Glaseinschlüsse, dieselben sind wahrscheinlich auch im Feldspath vorhanden gewesen, hier aber zersetzt und noch an der Anordnung der körnigen Zersetzungsprodukte erkennbar. Vereinzelt treten Erzkörner zuweilen mit Leukoxenrand auf. Dem Äusseren entsprechend ist der mikr. Erhaltungszustand nicht der eines frischen jungen Gesteines. Trübende körnige Massen sind allenthalben vorhanden. Dieser Umstand braucht aber noch nicht gegen die Trachytnatur des Gesteines zu sprechen. Wie schon erwähnt, muss die Bestimmung ohne chemische Analyse zweifelhaft gelassen werden. Hervorgehoben seien die mancherlei Berührungspunkte mit den jüngeren Porphyriten.

Panamá.

Trachyt? (No. 1056—1058), am Abhang und auf dem Gipfel des Cerro Ancon bei Panamá anstehend, in Blöcken am Fuss desselben verbreitet. Hellbläulich- bis gelblichgrau, scheinbar feinkörnig, kleine weisse porphyrische Feldspäthe sind mit blossem Auge erkennbar. Die Gesteine haben Ähnlichkeit mit dem Trachyt der Insel Flamengo, nur ist die Grundmasse u. d. M. feiner, quarzärmer, also in der Zusammensetzung, aber auch in der Struktur trachytischer. In allen tritt porphyrischer Feldspath viel spärlicher auf. Das dunkle Mineral ist vollständig in eine serpentinähnliche Substanz zersetzt, an der ein einziges Mal Augitform zu erkennen war. Von den mir zu Verfügung stehenden Gesteinen gleicht mikr. unseren am meisten der Liparit von Erdöbanye in Ungarn.

Feldspathbasalt (No. 1059, 1060), Blöcke am Fuss des Cerro Ancon. Schwarz, dicht, reich an 2—3 mm grossen Olivinkörnern, man erkennt auch kleine glänzende Feldspäthe. Das Gestein gehört seiner Mikrostruktur nach zum vollkrystallin-porphyrischen Typus. In einer aus Feldspath und Augit etwa zu gleichen Teilen, ferner aus Erzkörnern bestehenden Grundmasse sind der Menge nach Olivin, Feldspath und Augit ausgeschieden, aber doch nur in solchen Abständen, dass man schwache Vergrösserung nehmen muss, um das Bild für porphyrische Struktur zu erhalten. Die in Fig. 3 auf Taf. VIII wiedergegebene Grundmassenstruktur stellt die in Zirkel, Petrographie II S. 898 unter II und in Rosenbusch 1896 S. 101 beschriebene Ausbildung in seltener Reinheit und Zierlichkeit dar. Bei derselben sind die runden tropfenähnlichen Augitkörner an den Langseiten der roh fluidal angeordneten Feldspathleisten perlschnurartig aneinandergereiht.

Ein zweiter **Feldspathbasalt** (No. 1061) von demselben Ort unterscheidet sich schon makr. von dem vorigen durch grössere Dichte und durch die Kleinheit der porphyrischen Ausscheidungen. U. d. M. erweist er sich als eine hypokrystallin-porphyrische Ausbildung des siebengebirgischen Typus (ROSENBUSCH S. 1012) und entspricht dem Typus III bei ZIRKEL (S. 898). Die Grundmasse ist feiner als beim vorigen. Sie besteht fast zu gleichen Teilen aus Plagioklasleisten, kurzen Augitsäulen und -körnchen, braunem Glas und Erzkörnern. Alle Bestandteile sind ganz gleichmässig gemengt und verteilt. Das braune Glas füllt in kleinen Partieen die Räume zwischen den Feldspäthen aus. An Olivin scheint das Gestein arm zu sein, es bildet so einen Übergang zum Pyroxenandesit.

Feldspathbasalt (No. 1062—1064), nahe dem **Summit** an der Eisenbahn von Colon anstehend. Dieser Basalt ist zwar schon von GÜMBEL (s. Litt. S. 362) genauer beschrieben worden, es mögen indessen noch einige Bemerkungen hinzugefügt werden. Wie Taf. VIII, Fig. 4 wiederzugeben versucht, vertritt das Gestein die Intersertalstruktur ROSENBUSCHS (S. 108), die ophitische JUDDS oder den Typus I^b bei ZIRKEL (S. 898) in ausserordentlicher Reinheit und Schönheit. Die meist sehr schmalen und spitzwinkligen Räume zwischen den Feldspathleisten werden von xenomorphem Augit und amorpher Basis ausgefüllt. Benachbarte derartige Pyroxenpartien gehören ihrer einheitlichen Polarisation nach zu einem Korn, das also wie bei den ophitischen Diabasen von Feldspath durchspiesst wird. Selbst die Form der Erzkörner wird häufig in derselben Weise durch die Feldspäthe bestimmt. Die unzersetzte Glasmasse ist farblos und mit dunklen Mikrolithen erfüllt, welche sich bei stärkerer Vergrösserung als farblose bis gelbliche, stark lichtbrechende Körnchen und Säulchen erweisen. Eine grüne und grüngelbe serpentinartige Substanz geht sowohl aus dem Glas wie aus Augit und Olivin hervor. Calcit ist ziemlich reichlich vorhanden.

Andesittuff (No. 1053), Baustein von Panamá. Dunkel schmutzig-grüngrau, feinkörnig, mit vereinzelten bis 35 und 66 mm grossen Brocken. Einer der letzten, welcher mikr. untersucht wurde, stellt einen Pyroxenandesit dar. Die etwas zurücktretende Grundmasse scheint ein mit Augit- und Erzkörnern gespicktes Glas gewesen zu sein, das aber in eine grüne Substanz zersetzt ist. Letztere bildet auch Pseudomorphosen nach einem porphyrisch ausgeschiedenen Gemengteil (Hypersthen?). Monokliner Augit ist noch unversehrt vorhanden. Die sehr reichlich vertretenen Plagioklaseinsprenglinge enthalten massenhaft Glaseinschlüsse, welche aber schon in Zersetzung begriffen sind.

Sandsteinartige Tuffe (No. 1054/55) stehen in Schichten am Meeresufer bei Panamá an. Baustein von Panamá. Grünlichgelblichgrau nicht weit vom Hotel und hellgraugrün mit zahlreichen grüngrauen bis 3 mm grossen, weichen, mandelartigen Partien. Die Bestandteile lassen noch deutlich den vulkanischen Ursprung erkennen, obwohl auch hier teilweise die Bestimmung durch Zersetzung erschwert wird. Frische, mit Glaseinschlüssen versehene Feldspäthe, Gesteinsbröckchen mit Mikrolithenfilz oder hyalopilitischer Grundmasse lassen andesitisches Material vermuten. Reichlich vorhandener Kalk ist meist an mikr. Foraminiferen gebunden.

Unter einigen Geröllen aus dem Rio Chágres, welche zum Aufschütten des Bahndammes verwendet wurden, fanden sich folgende Gesteine: ein **Kugelporphyr**, grau mit zahlreichen, makr. deutlich hervortretenden, höchstens 1 mm grossen radialfaserigen Kügelchen; ein **Uralitdiabas**, sehr feinkörnig, welcher mikr. am meisten dem vom Dorfe La Chapa (S. 168) gleicht und einige stark veränderte, nicht weiter deutbare porphyritische (?) Gesteine.

2. Nachtrag zu dem Litteraturverzeichnis auf Seite 2—9.

ABICH, H., *Über die Natur und den Zusammenhang der vulkanischen Bildungen. 1841.* (S. 7 Analyse des Andesins der Grube Marmato in Columbia).

ACOSTA, J., *Relation de l'éruption boueuse sortie du volcau de Ruiz et de la catastrophe de Lagunilla dans la république de la Nouvell-Grenade. Compt. rend.* **22**, *1846, 709—710.*

— *Zwei Briefe an Élie de Beaumont. Bull. soc. géol. France. sér. 2, t. VIII, 1846, 489.* (*Ruiz und Tolima*).

DEVILLE, CH. STE. CLAIRE, *Etudes de Lithologie.* (*S. 29 Gestein von Cucurasape nahe Marmato, nach Kosmos IV, 621, Anm. 77*).

REISS, W., *Mitteilungen über eine Reise in Südamerika aus Briefen an die Herren* G. ROSE *und* ROTH *vom Dec. 1871. Z. D. G. G. XXIV, 1872, 377—384.*

— *Über Schwefelkugeln vom Cumbal. Z. D. G. G. XXXVII, 1885, 812.*

KÜCH, R., *Über Kieselsinter von Pasto. Z. D. G. G. XXXVII, 1885, 813.*

Zweifelhafte Zeitungsnachricht über einen neuen Vulkan bei Servita im Staate Cundinamarca. T. M. P. M. 1885, VI, 199.

DAMOUR, A., *Über die Associatation von Anthracit und Pyrophyllit mit den Smaragden von Columbia. Bull. soc. fr. min. 1897,* **20** *183—185. Ber. in Z. Kryst.* **31,** *1899, 74.*

Bericht über den Fund einer neuen Kohlenlagerstätte im Dep. Bolivar. Z. prakt. Geol. 1898, 179.

C. HINTZE, *Handbuch der Mineralogie, dürfte bei der Einzelbeschreibung der Mineralvorkommnisse eine vollständige Litteratur der colombianischen Mineralien enthalten.*

SACHVERZEICHNIS.

A.

H.

J.

K.

L.

M.

N.

O.

P.

Q.

R.

S.

T.

ORTSVERZEICHNIS.

Bei verschiedener Schreibart der Ortsnamen im Text und im Verzeichnis ist dieses massgebend.

B.

C.

D.

E.

F.

G.

H.

I.

J.

L.

M.

N.

O.

P.

Q.

R.

S.

T.

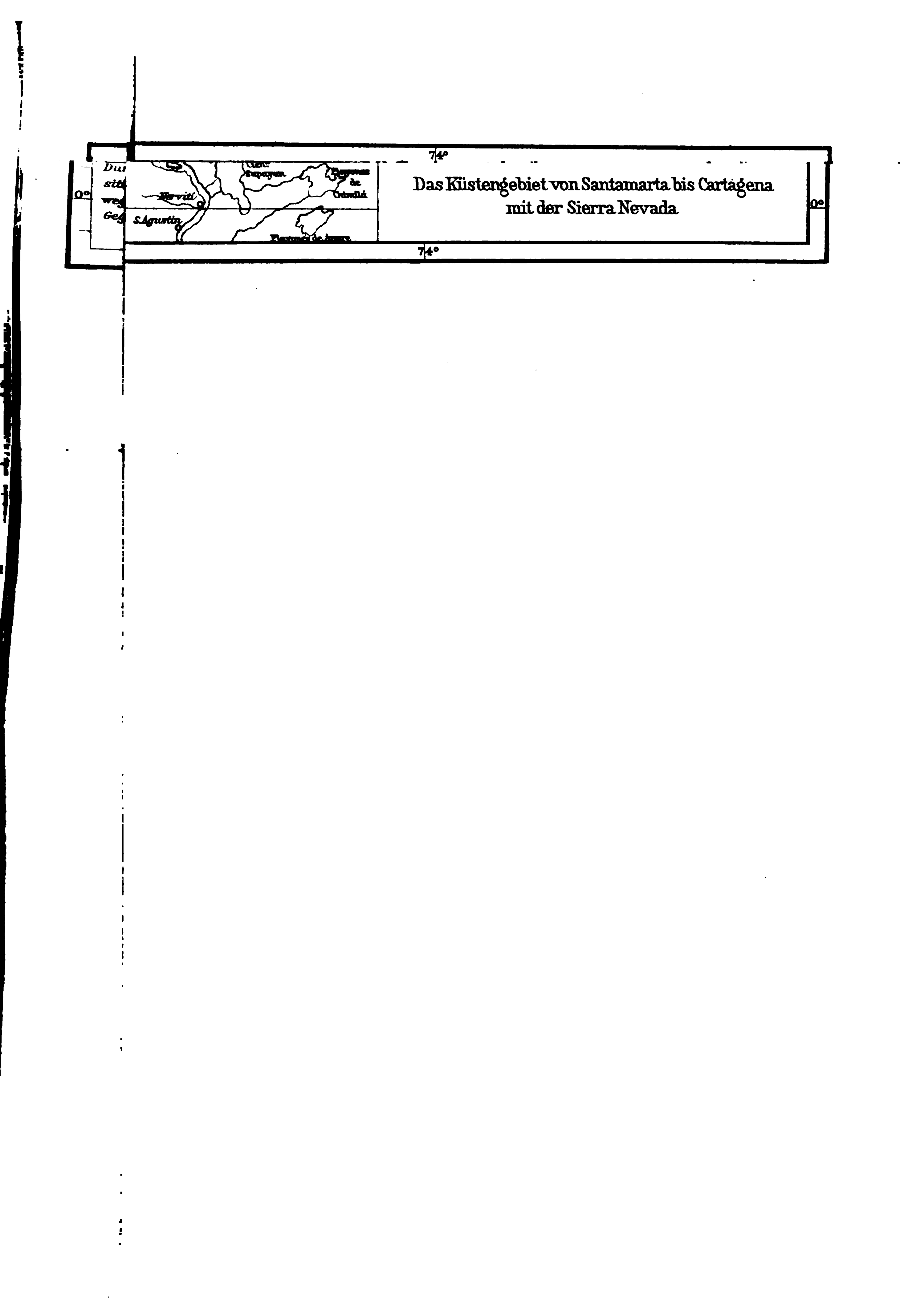
U.

V.

W.

Y.

Z.


Das Küstengebiet von Santamarta bis Cartagena
mit der Sierra Nevada
74°
S.Agustin

TAFEL I.

Tafel I.

Fig. 1—3. **Muskovitgneiss**, Gaira. Strukturbilder.

Fig. 1. Allgemeine Trümmerstruktur, Text S. 15, 16. 12mal. Vergrösserung. Die Mineralien im Gesichtsfeld sind hauptsächlich Quarz und Feldspäthe. Die Unregelmässigkeit in Gestalt, Grösse und gegenseitiger Verbindung verursacht das Aussehen der allgemeinen Trümmerstruktur.

Fig. 2. Porphyrartige Trümmerstruktur (mechanische Porphyrstruktur Zirkels), Text S. 16. 12mal. Vergrösserung. Verhältnisse wie in Fig. 1, aber mit einsprenglingsartigen grösseren Körnern von Feldspath und Quarz.

Fig. 3. Mörtelartige Trümmerstruktur, Text S. 16. 10mal. Vergrösserung. Zwischen die vorwaltenden grösseren Quarz- und Feldspathkörner schieben sich schmale Lagen und Flasern sehr feinkörnigen Trümmermaterials ein.

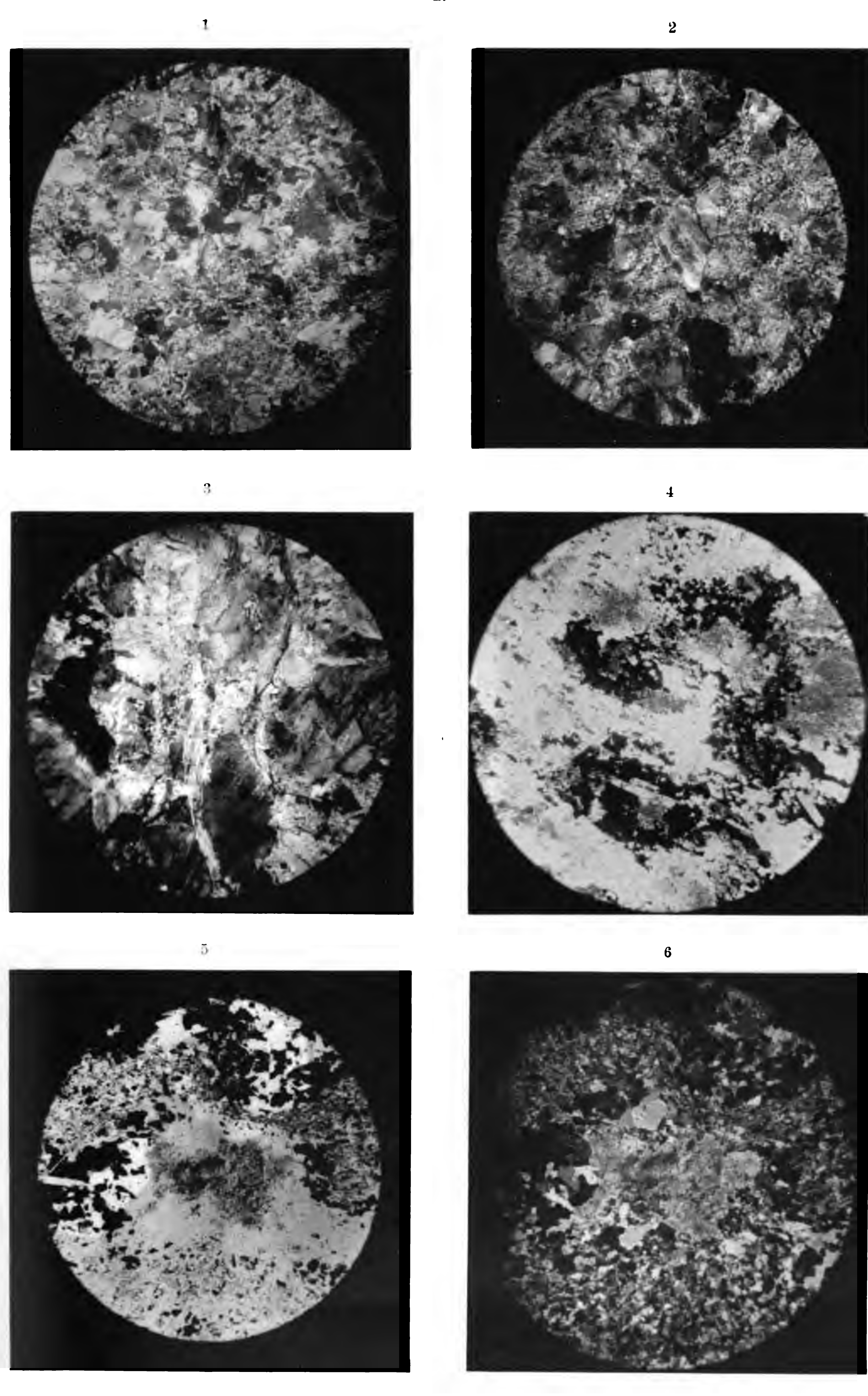
Fig. 4—6. **Biotitgneiss**, Rio Palo. Text S. 121/22.

Fig. 4. 14mal. Vergrösserung. Die hellen Stellen des Bildes sind ein feinkörniges Quarzaggregat, das von sehr feinkörnigen Epidotschwärmen — die punktierten Stellen über der Mitte rechts nach links oben — durchsetzt wird. Die dunklen Stellen gehören Anhäufungen von Glimmerblättchen an, sie werden von scharf begrenzten Muskovitleisten durchspiesst.

Fig. 5. 17mal. Vergrösserung. Ähnliche Verhältnisse wie in Fig. 4. Die Mitte des Bildes nimmt ein scheinbar einheitlicher, kaolinig getrübter Feldspath ein.

Fig. 6. Dasselbe wie Fig. 5 zwischen + Nic., 21mal. Vergrösserung. Der Feldspath in der Mitte des Bildes geht randlich in das umgebende feine Aggregat über und wird von kleinen Quarzkörnern durchschwärmt.

I.



v. Verf. phot.

Lichtdruck von Römmler & Jonas, Dresden.

TAFEL II.

Tafel II.

Fig. 1. **Feldspathamphibolit,** Rio Córdoba. Text S. 19. 17mal. Vergrösserung. Sehr regelmässiges allotriomorph-körniges Gemenge von Hornblende und Plagioklas. Scharf treten die durch das ganze Bild gleich gerichteten Risse in der Hornblende hervor.

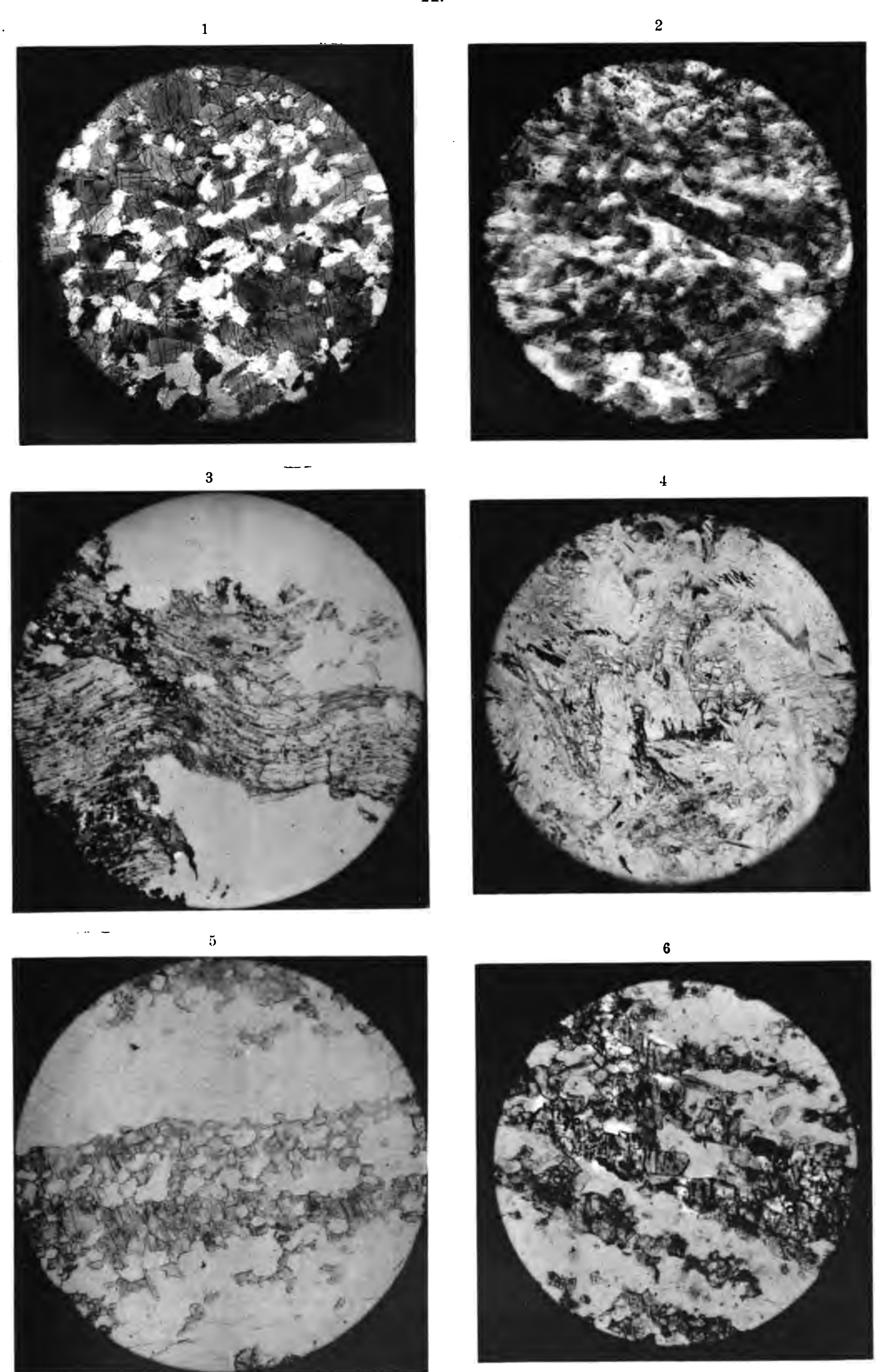
Fig. 2. **Feldspathamphibolit,** Landspitze bei Gaira. Text S. 18. 40mal. Vergrösserung. Automorphe Hornblende in der feineren allotriomorph-körnigen Feldspathmasse.

Fig. 3. **Goldführendes Orthoklasgestein,** Einlagerung im Schiefer der Goldmine von Toribió, Text S. 126/27. 15mal. Vergrösserung. Orthoklaskörner mit Einlagerungen, welche wellenförmig angeordnet sind.

Fig. 4. **Olivinstrahlsteinfels,** Bach bei Minca, Text S. 21/22. 40mal. Vergrösserung. Die stengeligen und faserigen Stellen sind Strahlstein, die körnigen, von Rissen durchzogenen Olivin, die schwarzen Erz.

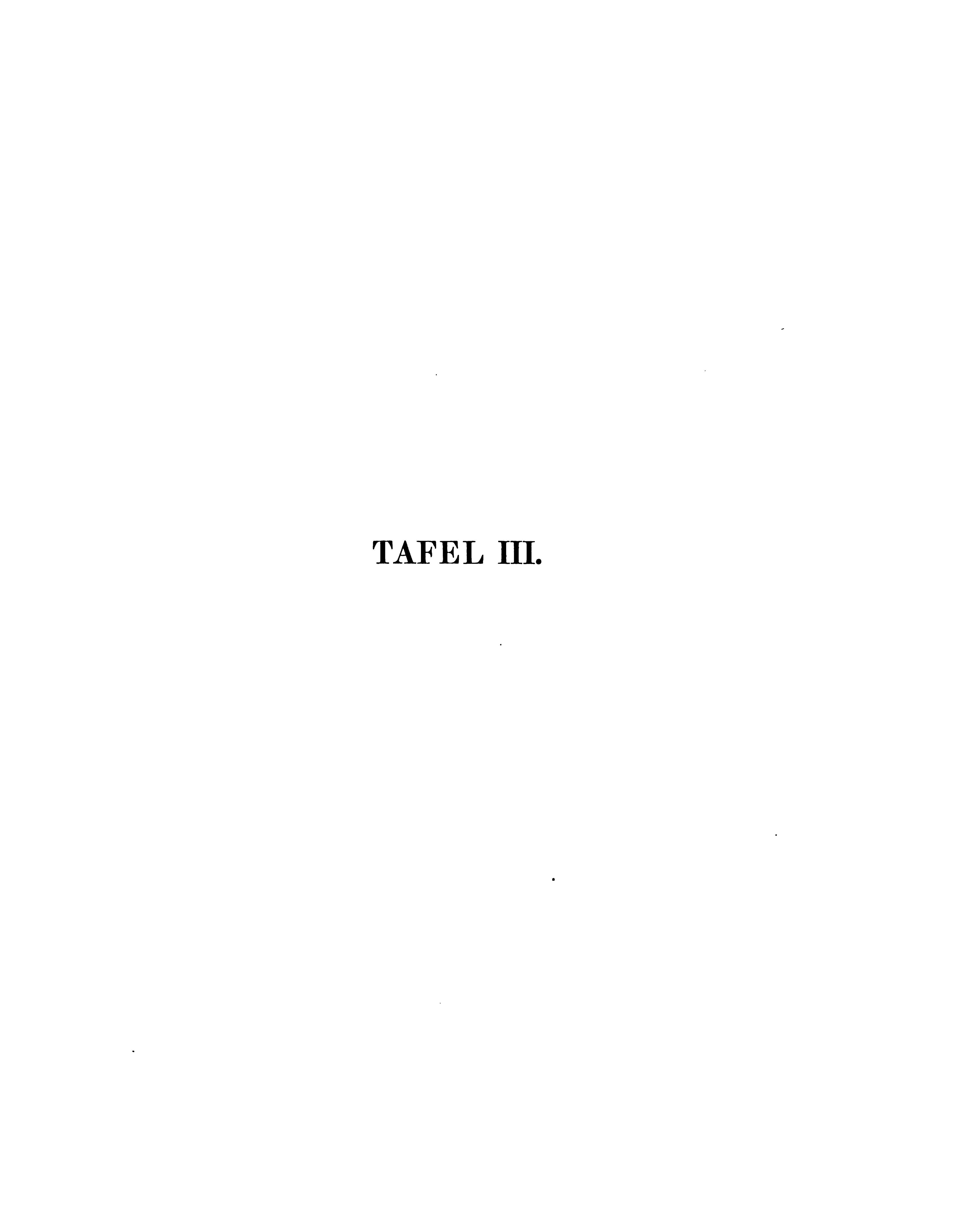
Fig. 5 und 6. **Quarzepidotschiefer,** Mincabach bei Santa Marta, Text S. 22/23. 31mal. Vergrösserung.
Fig. 5, Wechsel von Quarz- und Epidotlagen, in den letzteren siebartige (poikilitische) Durchwachsung von Quarz und Epidot.
Fig. 6, 22mal. Vergrösserung, Lagen mit automorphem Epidot.

II.



v. Verf. phot.

Lichtdruck von Römmler & Jonas, Dresden.



TAFEL III.

Tafel III.

Fig. 1. **Gneissartiges druckschieferiges Gestein,** Quebrada am Páramo de Santo Domingo, Text S. 122/23. 10 mal. Vergrösserung.

In der Mitte links ein mehrfach zerdrückter und durch Quarz ausgeheilter trüber Feldspath, darüber von links nach rechts eine helle Quarzlage mit Gangquarzstruktur, oben und unten von wolkigen Neubildungen erfüllte Zerreibungsprodukte.

Fig. 2—4. **Amphibolit,** Rio Combeima, Text S. 70/71.

Fig. 2, 31 mal. Vergrösserung. Unregelmässiger Wechsel von Hornblendelagen, -flecken und -streifen mit Quarzfeldspathnestern und Epidotwülsten (dunkler Streifen von unten links nach rechts).

Fig. 3, 72 mal. Vergrösserung. Hornblendewirbel, rechts von oben ragt ein grosser Hornblendekrystall in die Mitte des Bildes vor, derselbe biegt hier rechtwinklig um, wird dabei schwanzartig ausgezogen und in die von rechts nach links verlaufende Schieferungsrichtung hineingezwängt.

Fig. 4. Dasselbe wie Fig. 2 zwischen + Nic., 31 mal. Vergrösserung. In der Mitte des Bildes sieht man ähnliche Verhältnisse wie in Fig. 6 Tafel I, Reste von grossen Feldspäthen in einem feineren Aggregat.

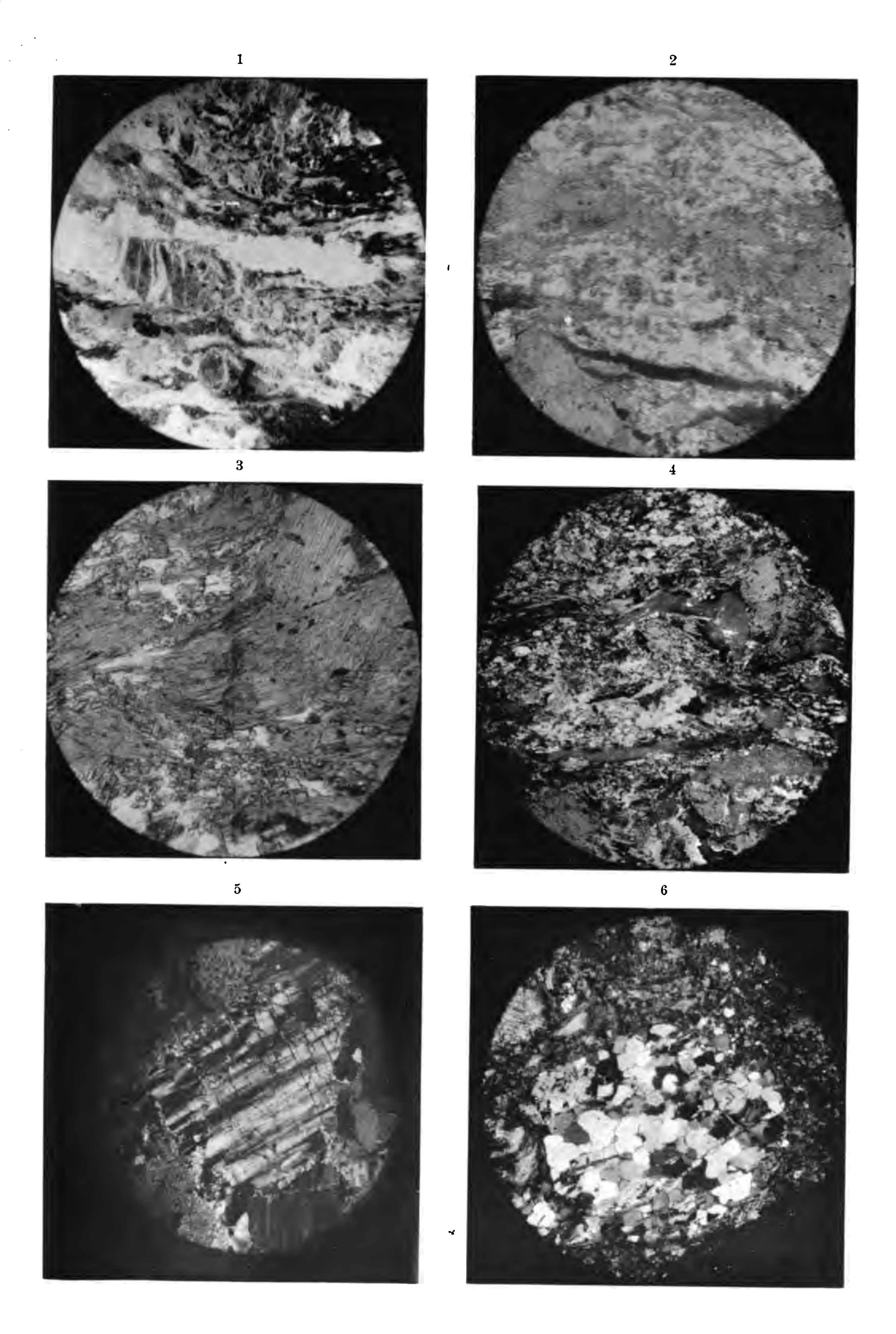
Fig. 5. **Hornblendebiotitgranit, dynamometamorph,** Rio San Francisco bei Sebondoy, Text S. 201 (vgl. auch S. 123). 14 mal. Vergrösserung.

Durch Druck erzeugte Pseudoviellingsstruktur an einem Feldspath.

Fig. 6. **Quarzporphyr, dynamometamorph,** oberes Paezthal, Text S. 125. 32 mal. Vergrösserung.

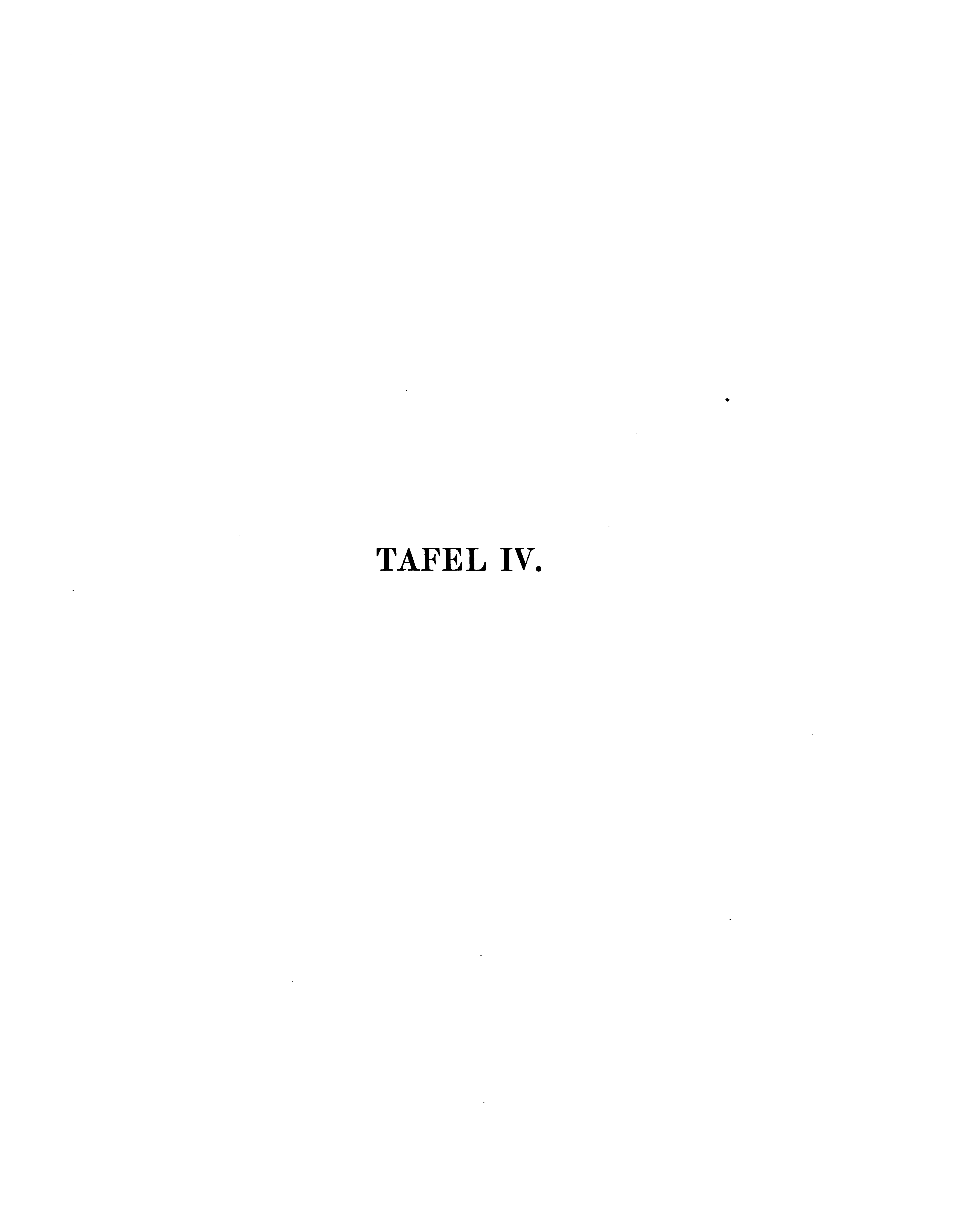
Zerdrückter Porphyrquarz mit noch deutlicher ursprünglicher Begrenzung.

III.



v. Verf. phot.

Lichtdruck von Römmler & Jonas, Dresden.



TAFEL IV.

Tafel IV.

Fig. 1. **Mikrosphärolitischer Dacit**, von einer indianischen Bildsäule in San Agustin, Text S. 95, 129. 70mal. Vergrösserung.

Die Grundmasse besteht fast ganz aus radialfaserigen Sphärolithen und Axiolithen; links unten eine Biotitleiste.

Fig. 2. **Quarzdioritporphyrit** vom Tonalittypus, Amaime vor Palmira, Text S. 159, 162. 11mal. Vergrösserung.

Netzstruktur des Feldspathes: Der grosse Plagioklas ist netzartig von albitähnlichem Feldspath durchwachsen.

Fig. 3. **Quarzdioritporphyrit** vom Tonalittypus, Teta de Lerma, Text S. 165/66. 26mal. Vergrösserung.

Grundmassentypus: Die Grundmasse zeigt in sehr regelmässiger Mischung quadratische unverzwillingte und leistenförmige verzwillingte Feldspathdurchschnitte.

Fig. 4. **Sericitschiefer**, Weg Lérida-Líbano, Text S. 111. 10mal. Vergrösserung.

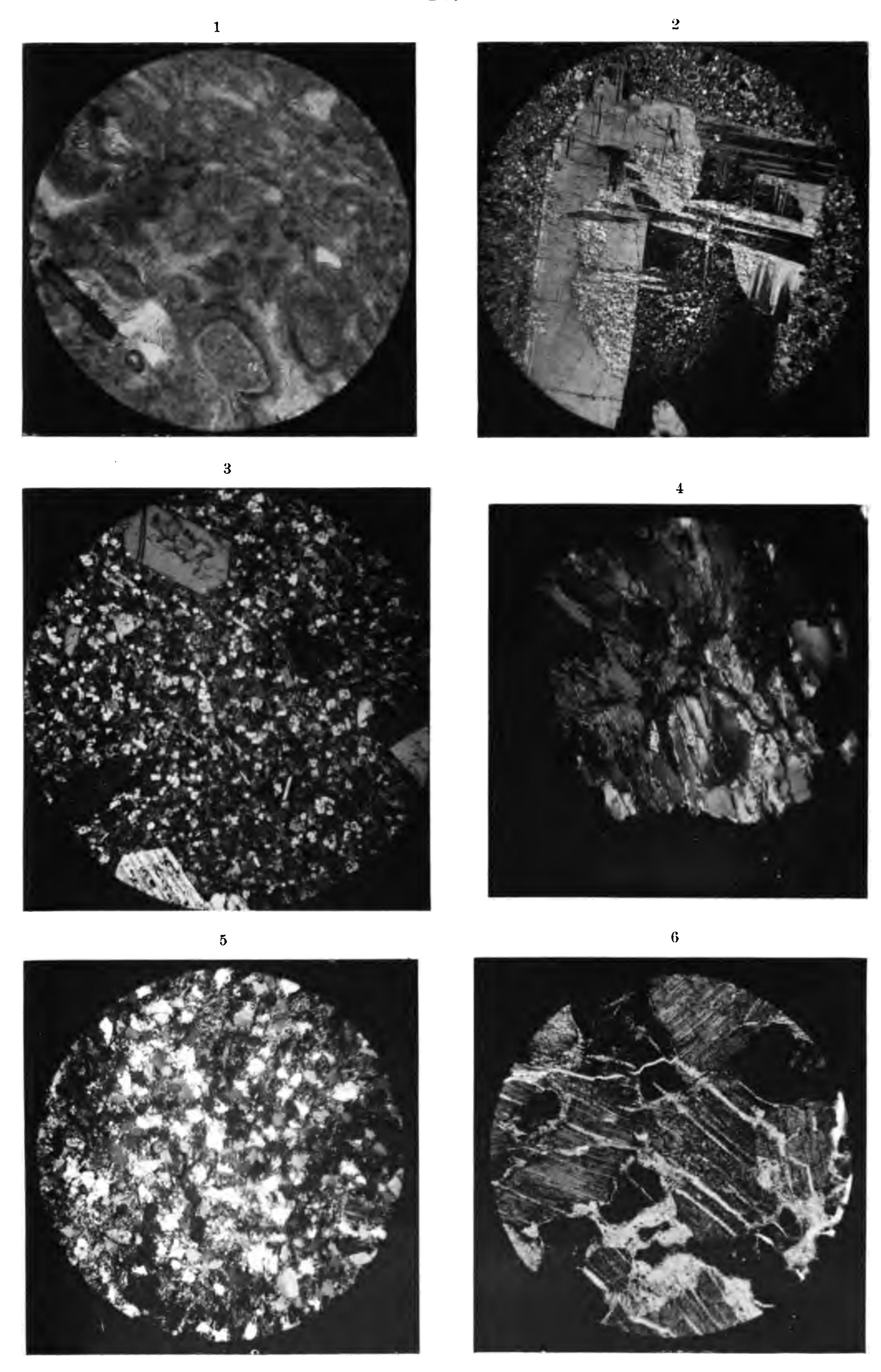
Flaserige Druckstruktur, unten ein stengelig zerdrückter Quarz.

Fig. 5. **Thonschiefer, (Halbphyllit)**, Rio Olivarez bei Manizáles, Text S. 112. 40mal. Vergrösserung.

Nachträgliche feinzahnige Verbindung der klastischen Quarzkörner.

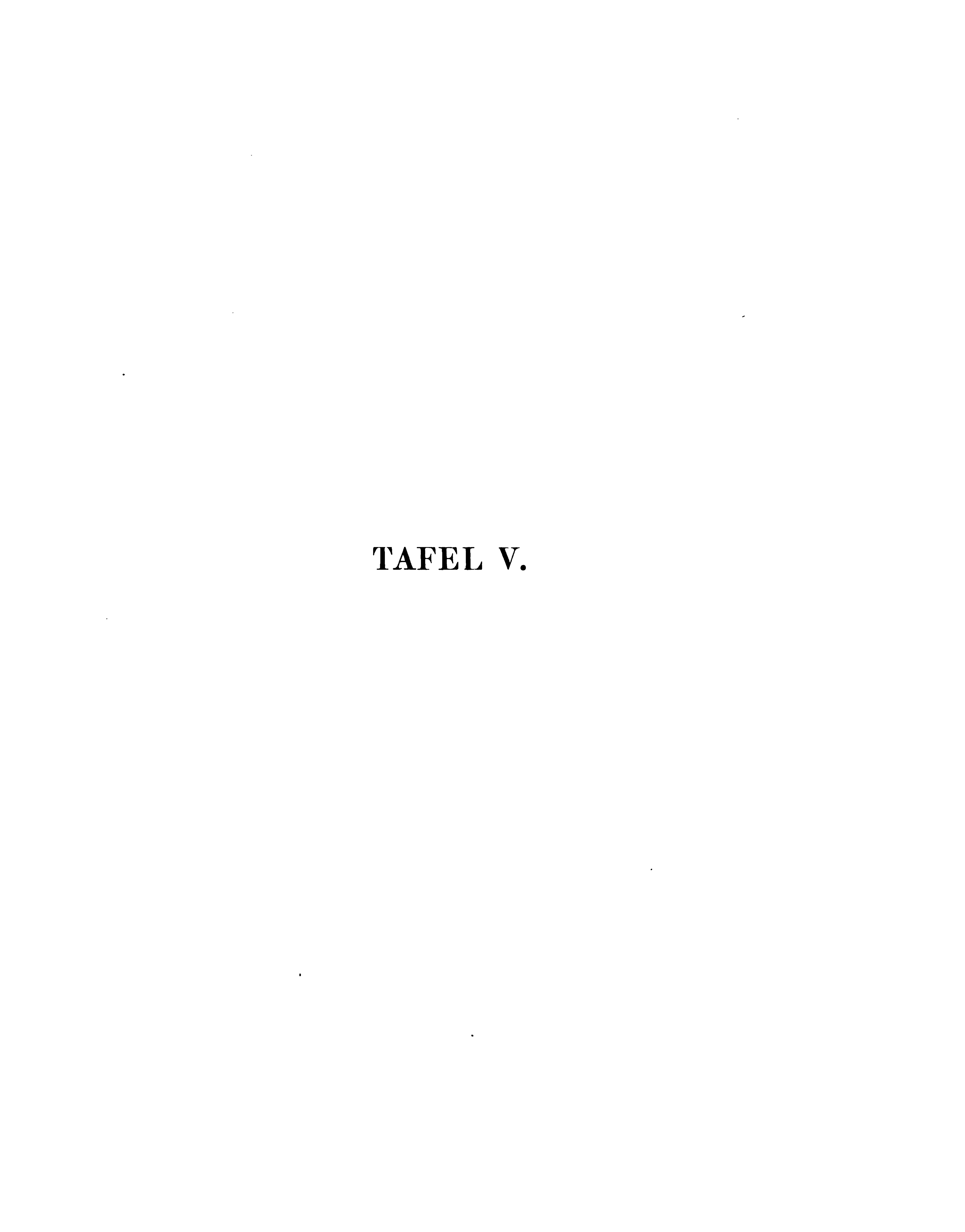
Fig. 6. **Saussuritgabbro**, zwischen Paispamba und Hacienda de Sotará, Text S. 147. 22mal. Vergrösserung.

Die dunklen Körner sind wolkig getrübter Feldspath (Saussurit), die gestreiften blätterig gewordener Diallag. Die Stauchungen und welligen Biegungen der Diallagblätter in der Mitte des Bildes treten leider wenig deutlich, die unmittelbare Fortsetzung des Diallags in farblose Hornblende in der Mitte unten dagegen besser hervor.



v. Verf. phot.

Lichtdruck von Römmler & Jonas, Dresden.



TAFEL V.

Tafel V.

Fig. 1. **Kalkgranathornfels,** Quebrada bei La Topa, Text S. 90/91. 19mal. Vergrösserung.
Granatdurchschnitt nach O zwischen + Nic., Dreifelderteilung nach dem Dodekaedertypus.

Fig. 2 und 3. **Saussuritamphibolit** (Gabbro), Landspitze am Hafen von Santa Marta, Text S. 20/21, 16mal. Vergrösserung.

Fig. 2. Labradorit mit eingelagerten Epidotstengeln.

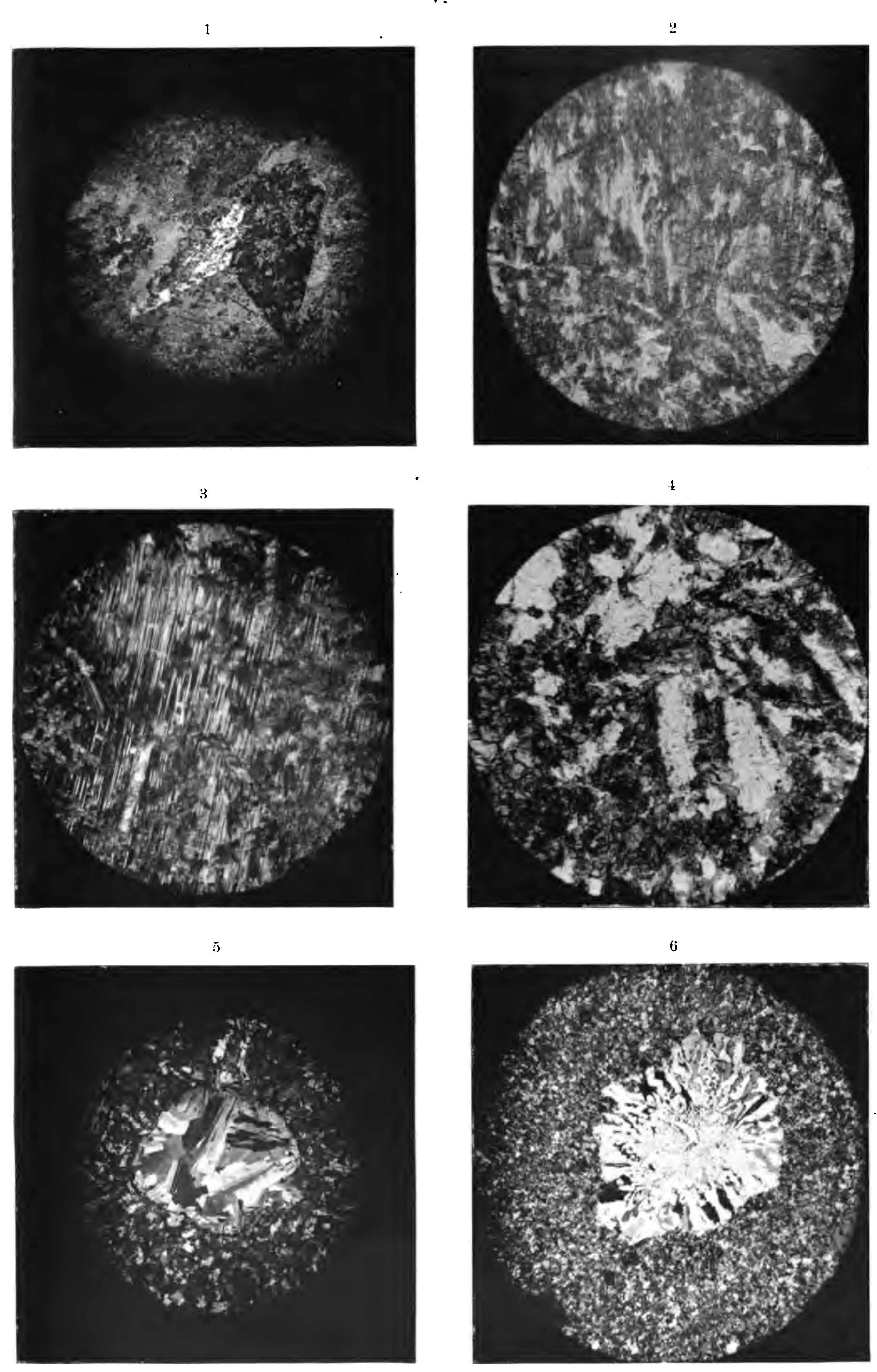
Fig. 3. Dasselbe zwischen + Nic., mit deutlicher Viellingsstreifung des Labradorites als Wirtsmineral.

Fig. 4. **Diabas, epidotisiert,** Rio Olivarez bei Manizáles, Text S. 108. 70mal. Vergrösserung.
Die rechte Hälfte des Bildes zeigt in der aus Chlorit, Epidot, Albit und Quarz bestehenden Masse besonders deutlich erhaltene Plagioklasleisten des ursprünglichen Diabases.

Fig. 5. **Melaphyrmandelstein,** Rio Bugalagrande, Text S. 109. 17mal. Vergrösserung.
Plagioklasmandel.

Fig. 6. **Quarzporphyr,** Alto del Pesar, Text S. 140. 23mal. Vergrösserung.
Porphyrquarz mit randlich eingewachsenem Feldspath.

V.



v. Verf. phot.

Lichtdruck von Römmler & Jonas, Dresden.

TAFEL VI.

Tafel VI.

Fig. 1. **Quarzsandstein,** Berg östlich von Santa Rosa, Text S. 57. 22 mal. Vergrösserung.
In der Mitte des Bildes ein Quarzkorn mit paralleler Streifung.

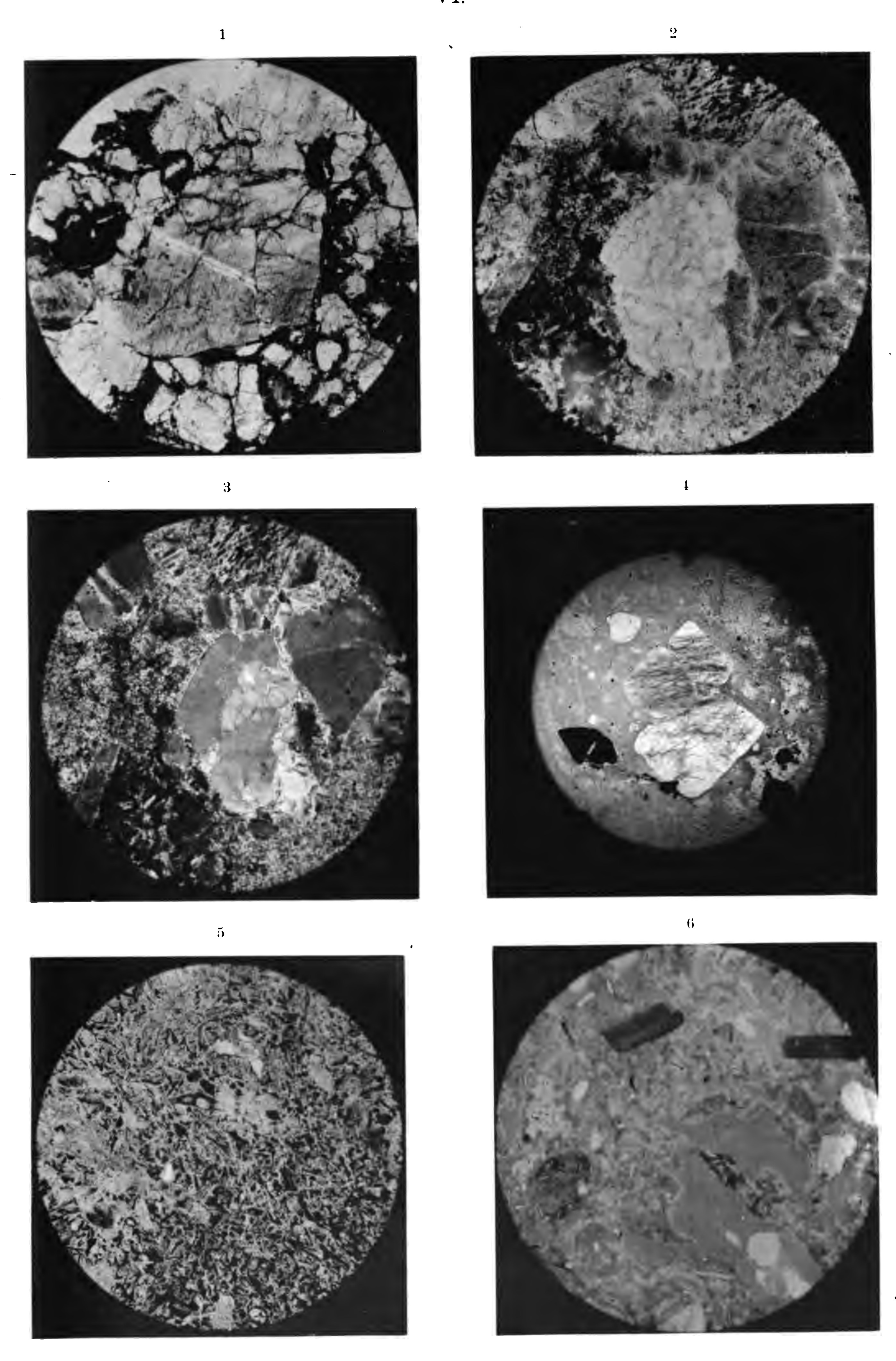
Fig. 2 und 3. **Breccienartiger Quarzporphyr,** Subida del Pesar, Text S. 142. 31 mal. Vergrösserung. Wabenquarz.
Fig. 2. Der Quarz in der Mitte des Bildes zeigt besonders oben links eine scharfe Teilung in sechsseitige Felder.
Fig. 3. Dasselbe zwischen + Nic., der Wabenquarz erweist sich als zerdrückt.

Fig. 4. **Quarzporphyr,** Rio Jambinoy, Text S. 186/87. 15 mal. Vergrösserung.
Eingeschnürter Porphyrquarz, ausserordentlich reich an Flüssigkeitseinschlüssen, welche den Quarz braunwolkig erscheinen lassen.

Fig. 5. **Porphyrtuff,** Quebrada de Yaco, Text S. 81. 24 mal. Vergrösserung.
Aschenstruktur.

Fig. 6. **Biotitdacit?** mit palagonittuffartiger Grundmasse, nördlich von Roble, Text S. 176. 30 mal. Vergrösserung.
Mannigfach gestaltete Sideromelanscherben liegen in einer palagonitähnlichen Substanz; im oberen Teil des Bildes zwei Biotitkrystalle.

VI.



v. Verf. phot.

Lichtdruck von Römmler & Jonas, Dresden.

TAFEL VII.

Tafel VII.

Obsidianblock, Quebrada bei Poblazon, Text S. 144, 155, 177/78.

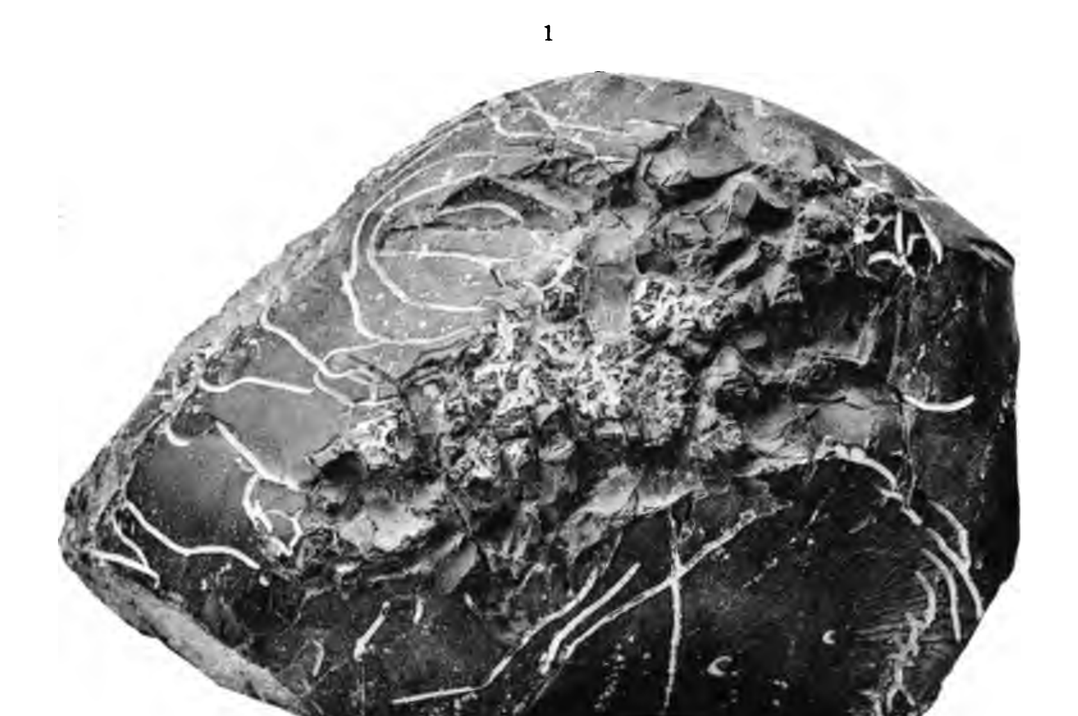
Auf etwa 3/4 der natürlichen Grösse verkleinert. Der Block ist 178 mm lang, 127 mm breit und 75 mm hoch.

Fig. 1 Ansicht von oben, Fig. 2 Ansicht von der Seite. Die linke Seite von Fig. 1 entspricht der rechten von Fig. 2. Die Wurmgänge wurden, damit sie besser hervortreten, teilweise mit Specksteinpulver gefüllt.

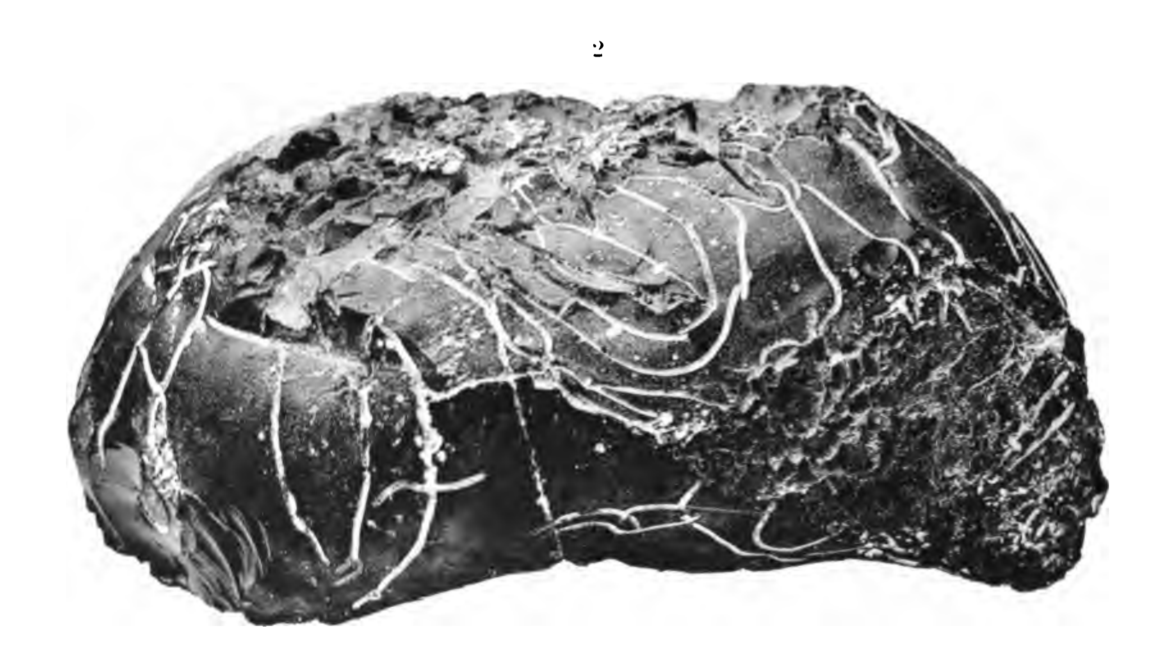
Fig. 1 zeigt in der Mitte, Fig. 2 oben die schrundige Grenzfläche gegen die Perlitschicht, Fig. 2 rechts eine ähnliche Narben- und Grubenoberfläche wie die Bombe Tafel VIII, Fig. 5/6.

VII.

1



2



v. Verf. phot.

Lichtdruck von Römmler & Jonas, Dresden.


TAFEL VIII.

Tafel VIII.

Fig. 1. **Diabasaphanit,** Gipfel des Cerro Munchique, Text S. 168. 40mal. Vergrösserung.
Garbenförmige Ausbildung des Augites.

Fig. 2. **Eisenglimmerschiefer,** Azufral de Túquerres, Westufer der Laguna verde, Text S. 205. 30mal. Vergrösserung.
Allotriomorph-körniges Gemenge von hellen Quarz- und dunklen Hämatitkörnern. Die grösseren rissigen Körner oben, in der Mitte und unten rechts sind Granat.

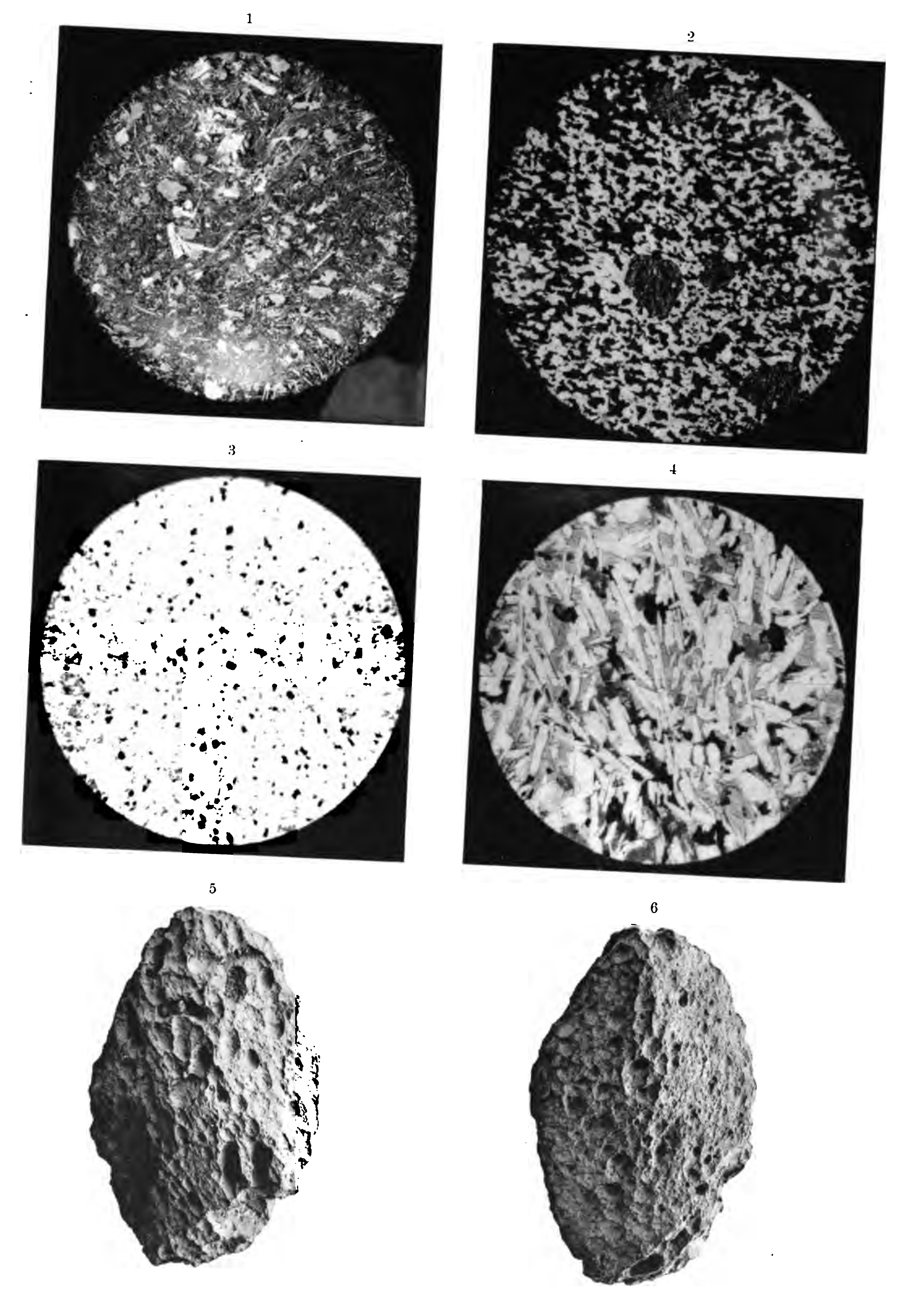
Fig. 3. **Feldspathbasalt,** Cerro Ancon, Text S. 222. 40mal. Vergrösserung.
Augitkörner perlschnurartig an den Längsseiten der Feldspäthe aufgereiht.

Fig. 4. **Feldspathbasalt,** Summit, höchster Punkt der Eisenbahn zwischen Panamá und Colon, Text S. 223. 40mal. Vergrösserung.
Intersertalstruktur (ophitische Str.).

Fig. 5 und 6. **Pyroxenandesitbombe,** Weg Bordo-Patía, Text S. 177.
Natürliche Grösse, etwa 80 mm lang, 50 mm breit, 30 mm hoch.

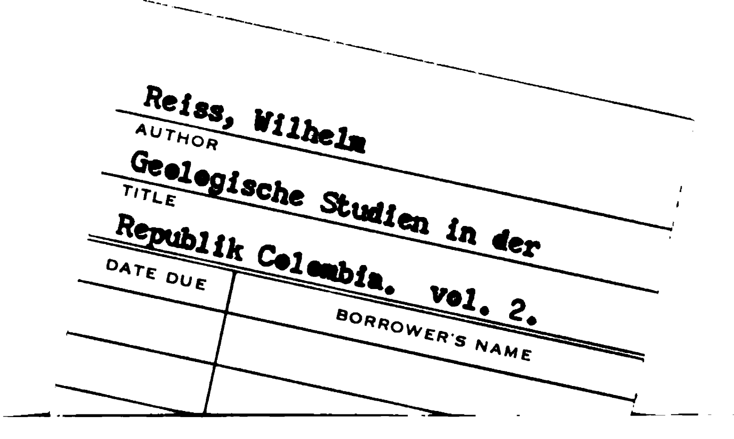
Druck von August Pries in Leipzig.

VIII.

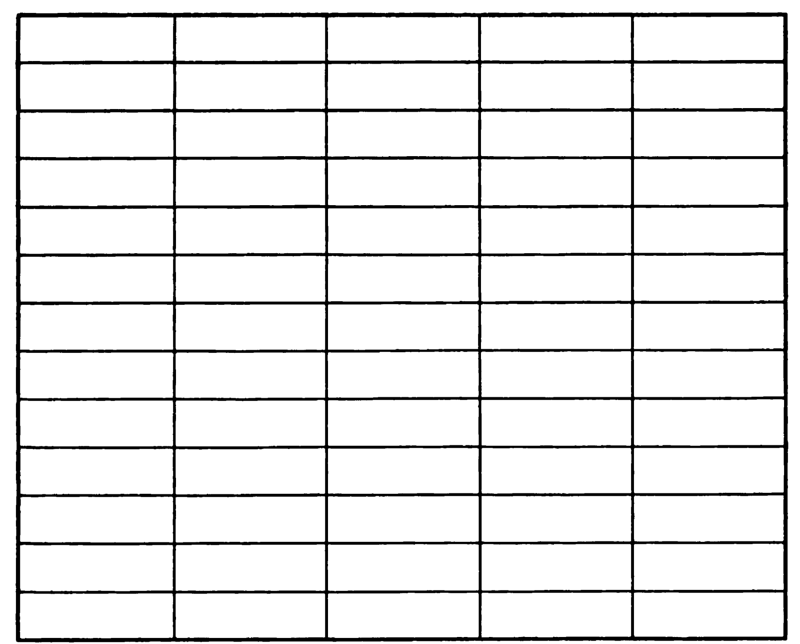


v. Verf. phot.

Lichtdruck von Römmler & Jonas, Dresden.



Reiss, Wilhelm
AUTHOR
Geologische Studien in der
TITLE
Republik Colombia. vol. 2.
DATE DUE
BORROWER'S NAME



DATE DUE
GAYLORD
PRINTED IN U.S.A.

